

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



**ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE D'ALGER
DEPARTEMENT GENIE MINIER**

PROJET DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Génie Minier

THEME:

**Développement d'une
application pour le calcul de la
fonction de coûts par régression
linéaire.**

Proposé et dirigé Par :
Dr .A. AIT YAHIATENE

Réalisé Par :
BOUZAROUR YASMINA

**Année universitaire
2007 – 2008**

REMERCIEMENTS

Je voudrais avant d'entamer la présentation de ce mémoire remercier DIEU tout puissant de m'avoir donné la volonté et le courage d'établir ce travail.

J'adresse également mes vifs remerciements à tous ceux et celles qui, directement ou indirectement ont contribué à faciliter mon travail.

Je citerai à cet égard mon promoteur Dr A.AIT YAHIA TENE, enseignant d'économie et d'automatique à l'école nationale polytechnique de m'avoir soutenu par ses orientations, ses remarques et recommandations, d'avoir tout mis en œuvre pour une réalisation dans de meilleures conditions de mon travail.

Je remercie les membres du jury de m'avoir fait l'honneur d'accepter d'examiner mon travail.

Je remercie aussi Mr. Barbar Youssef responsable du « Bureau des méthodes », et les responsables du service comptabilité, traitement, exploitation et la secrétaire, qui m'ont réservé le meilleur accueil ainsi qu'à tout le reste du personnel de l'unité ALGRAN de KEDDARA.

J'exprime également toute ma gratitude à tout le personnel de la bibliothèque de mon école.

Je ne terminerais pas sans saluer les efforts et la patience des enseignants du département Génie Minier. Pour votre bienveillance, votre gentillesse, votre franchise et honnêteté je vous dis à tous merci, merci de nous avoir transmis votre savoir.

DEDICACES

Je dédie cet humble mémoire à tous ceux qui m'ont aidé, soutenu et encouragé, à tous ceux qui y ont contribué de loin ou de près.

Je citerai d'abord mes parents pour leur compréhension, sacrifice, patience leur soutien et encouragements.

A ma grand-mère à qui je souhaite un très bon rétablissement, à mes sœurs et à mon frère.

Au cercle fermé de mes amis de l'école nationale polytechnique qui ont contribué à rendre ces cinq dernières années plus agréables, à Mounir et Kahina qui m'aident et me soutiennent au quotidien, à Rabeh et Mahfoud pour leur présence, à Krimou qui m'a toujours rendu services, à ma promotion ; Hana, Alaeddine, Amine, Mustapha, Ali et Omar, et à mes amis d'ailleurs qui ont toujours cru en moi.

Table des matières

Liste des figures et des schémas	i
Liste des tableaux	ii
Introduction générale	1

CHAPITRE I : PRESENTATION DE L'UNITE ET GENERALITES SUR LE GISEMENT ET LA CARRIERE

1- Présentation de l'unité.....	2
1.1- Production.....	2
1.2- Organisation.....	2
2- Situation géographique de l'unité.....	5
3- Historique du gisement de KEDDARA.....	6
4- Situation géologique de l'unité de KEDDARA.....	6
4.1- Généralités.....	6
4.2- Tectonique.....	7
4.3- Géologie générale du gisement.....	7
4.4- Les réserves géologiques.....	9
5- Hydrogéologie.....	10
6- L'exploitation.....	11
6.1- Type d'exploitation et qualité de la roche.....	11
6.2- Les carrières de l'unité de KEDDARA.....	11
6.3- Aperçu sur l'état actuel de la carrière.....	12
6.3.1- Méthode d'exploitation de la carrière de Kéddara.....	14
6.3.2- Méthode d'exploitation de la carrière de djebel ifri.....	18
7- Le traitement.....	18
7.1- Description du processus de l'installation du concassage de l'unité.....	19
7.1.1- Installation primaire.....	19
7.1.2- Installation secondaire.....	19
7.1.3- Description de l'installation tertiaire.....	21

CHAPITRE II : IDENTIFICATION DES DEPENSES ET PRODUCTION DE LA CARRIERE

1- Définition des coûts de l'entreprise	24
1.1- Définition et typologie des coûts	24
1.1.1- Le coût fixe (CF).....	24
1.1.2- les coûts variables (CV)	25
1.1.3- Les coûts totaux	25
1.1.4- Le coût marginal (CM)	25
2- Identification du coût total de la carrière	26
2.1- Les coûts fixes de l'unité	26
2.1.1- Les coûts liés à l'utilisation du matériel	27
2.1.2- Les frais du personnel	31
2.1.3- L'entretien curatif	32
2.1.4- Les coûts divers.....	32
2.2- Les coûts variables de l'unité.....	33
2.2.1- L'entretien préventif	33
2.2.2- Pneumatique.....	34
2.2.3- L'énergie	34
2.2.4- Les coûts de minage.....	35
2.2.5- Les taxes de l'unité de Kéddara	36

CHAPITRE III : MÉTHODE DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE

1- La corrélation	39
1.1- Mesure de la corrélation linéaire.....	39
1.1.1- la covariance	39
1.1.2- le coefficient de corrélation	40
1.1.3- Estimation du coefficient de corrélation (r)	42
2- L'analyse de régression linéaire.....	44
2.1- Introduction.....	44
2.2- Régression linéaire simple	44
2.2.1- Modèle de régression linéaire simple	44
2.2.2- L'équation estimée de la régression linéaire.....	46

Table des matières

2.3- la méthode des moindres carrés	47
2.4- Variation expliquée et inexpliquée	49
2.5- le coefficient de détermination r^2	51
2.6- Distribution des estimateurs des moindres carrés	51
2.7- Test de signification	52
2.7.1- Estimation de la variance des erreurs.....	52
2.7.2- Inférences sur les paramètres du modèle	52
2.8- Estimation et prévention	55
2.8.1- Estimation ponctuelle.....	55
2.8.2- Estimation par intervalle	55

CHAPITRE IV : APPROCHE DE LA FONCTION DES COÛTS DE L'UNITE DE KEDDARA PAR REGRESSION LINEAIRE

1- Analyse des données de l'échantillon	58
1.1- Mesure et analyse de la corrélation.....	60
2- Approche de la fonction de coûts par régression linéaire	62
2.1- Détermination de l'équation estimée de la régression	62
2.2- Taux de variation expliquée par l'équation estimée de régression	64
3- Approche de la fonction du coût unitaire.....	69

CHAPITRE V : DESCRIPTION DE LA CONCEPTION DE L'APPLICATION ACCESS

1- Introduction.....	75
2- Description des étapes de la conception de la base de données.....	75
2.1- Définition du projet.....	75
2.2- Définition des besoins (Récolte de l'information).....	76
2.3- Conception de la base de donnée	77
2.4- Objets et étapes de l'application Microsoft Access	78
Conclusion générale	94

Références bibliographiques

Annexe des coûts

Annexe régression

Figure I.1 : Organigramme de l'unité de Kéddara.....	3
Figure I.2 : Diagramme de GANTT pour une journée de travail avec le minage	4
Figure I.3 : Diagramme de GANTT pour une journée de travail sans minage.....	4
Figure I.4 : Localisation de l'unité de KEDDARA	5
Figure I.5 : Disposition de la charge dans le trou et mode de chargement	14
Figure I.6 : Schéma technologique de l'installation Babbitless.....	20
Figure I.7 : Schéma technologique de l'installation tertiaire	21
Figure I.8 : Schéma technologique de la nouvelle station stable	22
Figure II.1 : Courbe du coût total, du coût fixe et du coût variable.....	26
Figure II.2 : Nuages de points représentatifs de la variation des dépenses en fonction de la production journalière	38
Figure III.1 : Cas de faible coefficient de corrélation (variables indépendantes- variables liées)	41
Figure III.2 : Cas limites et intermédiaires du coefficient de corrélation.....	42
Figure III.3 : Droite de régression possible dans une régression simple.....	45
Figure III.4 : Processus d'estimation dans le cas d'une régression linéaire simple	46
Figure III.5 : Ajustement d'une droite de régression par la méthode des moindres carrés ...	47
Figure III.6 : Présentation de l'intervalle de coefficient.....	56
Figure IV.1 : Nuage de point de l'échantillon de production et dépenses journalières du mois de Mars.....	60
Figure IV.2 : Graphique de l'équation estimée de l'échantillon de la production et dépenses journalières du mois de Mars	63
Figure IV.3 : Graphique représentatif de la répartition du nuage de points par rapport à l'équation estimée de la régression et l'équation de la moyenne	65

Figure IV.4 : Nuage de point de l'échantillon de la production et prix de revient unitaire journaliers du mois de Mars	70
Figure IV.5 : Courbe de tendance de la fonction « exponentielle » de l'échantillon de la production et prix de revient unitaire journaliers du mois de Mars	70
Figure IV.6 : Courbe de tendance de la fonction « puissance » de l'échantillon de la production et prix de revient unitaire journaliers du mois de Mars	71
Figure IV.7 : Courbe de la fonction unitaire de l'échantillon et prix de revient unitaire journaliers du mois de Mars	72
Figure V.1 : Organisation des données obtenues	77
Figure V.2 : Ensemble des principales tables de l'application Access	81
Figure V.3 : Modèle conceptuel sur Access.....	82
Figure V.4 : Apparence des boîtes de messages	86
Figure V.5 : Apparence de la barre de menu de la fenêtre principale.....	87
Figure V.6 : Apparence du paramétrage sur la fenêtre principale	87
Figure V.7 : Apparence de la liste des engins sur la fenêtre principale	88
Figure V.8 : Apparence du paramétrage des consommables sur la fenêtre principale	88
Figure V.9 : Apparence du paramétrage des explosifs sur la fenêtre principale.....	89
Figure V.10 : Apparence du paramétrage des accessoires sur la fenêtre principale	89
Figure V.11 : Apparence du paramétrage du carburant sur la fenêtre principale	90
Figure V.12 : Apparence du menu travaux sur la fenêtre principale	90
Figure V.13 : Apparence du menu consultation par période sur la fenêtre principale.....	90
Figure V.14 : Apparence du menu de la production et dépenses moyennes sur la fenêtre principale.....	91
Figure V.15 : Apparence du menu coût de minage sur la fenêtre principale.....	91
Figure V.16 : Apparence du menu des consommables sur la fenêtre principale	92

Figure V.17 : Apparence du menu gasoil sur la fenêtre principale.....	92
Figure V.18 : Apparence du menu exploitation sur la fenêtre principale	93
Figure V.19 : Apparence du menu gisement sur la fenêtre principale.....	93
Figure V.20 : Fonction de coût obtenue par régression linéaire.....	93

Tableau I.1 : Coordonnées UTM de Ifri	9
Tableau I.2 : Effectif de l'unité de Kéddara	12
Tableau I.3 : Moyens matériels de la carrière	13
Tableau I.4 : Paramètres de foration	16
Tableau I.5 : Explosifs et accessoires consommés par la carrière	17
Tableau II.1 : Valeur de l'acquisition, amortissement et charge financière des engins de foration et abatage	29
Tableau II.2 : Valeur de l'acquisition, amortissement et charge financière des engins de chargement	30
Tableau II.3 : Valeur d'acquisition et amortissement des engins de transport.....	30
Tableau II.4 : Valeurs d'acquisition et amortissement de l'installation fixe.....	31
Tableau II.5 : Global des frais du personnel durant le mois de Mars.....	31
Tableau II.6 : Global des coûts fixes journaliers de l'unité ALGRAN de Kéddara.....	33
Tableau II.7 : Les coûts de minage du premier tir de mine du mois de Mars	35
Tableau II.8 : Données sur l'échantillon de la production et dépenses journalières du mois de Mars.....	37
Tableau III.1 : Hypothèses et règles de décision.....	44
Tableau IV.1 : Données sur l'échantillon de la production et dépenses journalières du mois de mars	59
Tableau IV.2 : Données sur l'échantillon de la production et prix de revient unitaire journaliers du mois de Mars	69
Tableau V.1 : Ensemble des tables de l'application Access	79
Tableau V.2 : Ensemble des formulaires de l'application Access	83
Tableau V.3 : Ensemble des requêtes de l'application Access	85

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Après des années de relatif marasme économique, l'Algérie est, aujourd'hui, confrontée à un défi important : diversifier plus encore son économie pour échapper aux fluctuations du marché pétrolier international et aux aléas des productions agricoles.

A cet effet, l'Algérie a mis en place un programme de développement de la compétitivité industrielle qui consiste en la conduite d'une nouvelle démarche d'accompagnement du secteur productif en prévision de l'application d'un vaste programme de privatisation.

Pour le secteur minier, cette nouvelle réforme s'est traduite par la promulgation d'une nouvelle loi minière (Journal officiel n°35 du 4 juillet 2001) qui intervient dans le contexte de libéralisation de l'ensemble des activités économiques et industrielles. La loi minière de 2001, plus conforme aux options de libéralisation économique et aux principes de l'économie de marché, avait pour pari d'intéresser l'investissement étranger. Cet intéressement concerne aussi bien l'exploration que l'exploitation des ressources minières. Les entreprises minières doivent non seulement assurer leur survie mais aussi développer leur activité à fin de garantir la productivité de ces entreprises. En effet, l'investissement et l'un des moyenreste certainement la plus important des décisions qu'une entreprise doit prendre, de nature stratégique elle engage la vie de l'entreprise, c'est pourquoi des outil d'aide à la décision basés sur l'applications des techniques quantitatives qui sont proposées pour permettre une meilleure évaluation de la décision d'investissement.

La fonction de coût est un outil d'aide à la décision, elle permet d'établir une relation entre les facteurs de production (à savoir la terre, le travail et le capital) et la production elle-même dans le but d'évaluer le développement des dépenses en fonction de la production, d'estimer et de prévoir le coût Y d'une production X, néanmoins la détermination de cette dernière reste difficile à faire en raison de la diversité et l'instabilité des facteurs de production.

Notre projet de fin d'étude aura pour but de déterminer la fonction de coût de l'unité de KEDDARA appartenant à la société d'ALGRAN, pour tenter de confirmer ou de contester la nature linéaire de la fonction de coût des carrières algérienne (linéarité déjà déterminée pour la carrière d'agrégats de MEFTAH)

Notre travail s'articulera autour de cinq axes principaux :

- La première partie englobera la présentation de l'unité de KEDDARA (l'unité, le gisement et l'exploitation).
- La deuxième partie consistera à identifier les coûts et la production journalière de l'unité.
- La troisième partie abordera l'aspect théorique de la méthode de la régression linéaire.
- La quatrième partie déterminera la fonction de coût de l'unité quant au dernier chapitre il sera consacré à la description d'une application Access qu'on concevra dans le but d'obtenir une gestion informatisée des données de l'unité pour simplifier la récolte des données et l'élaboration de la fonction de coût, enfin une conclusion clôturera notre étude.

Chapitre I. Présentation de l'unité, généralités sur le gisement et la carrière.

INTRODUCTION :

Ce premier chapitre sera consacré à la présentation de l'unité. Il traitera son emplacement, la géologie, les caractéristiques des carrières qu'elle exploite, leur mode d'exploitation et le traitement.

1. PRESENTAION DE L'UNITE :

L'Algérie a fait de l'industrialisation une démarche majeure, les industries de transformation sont fondées sur l'extraction minière, en 1966 l'exploitation minière est prise en charge par la SONAREM qui s'est néanmoins traduite par un développement poussé de l'activité, par la reconversion de certaines mines et par la mise en exploitation de nouveaux gisements. La restructuration organique de la SONAREM en 1989 a donné naissance à L'ENOF qui à son tour a engrangé sa restructuration en 2001 en vue des nouvelles mutations économiques et politiques, et se trouve aujourd'hui composé de 06 filiales dont la filiale ALGRAN.

La Société Algérienne des Granulats (ALGRAN), filiale de l'ENOF est une société publique spécialisée dans la production d'agrégats.

Elle compte dans son patrimoine, hérité de la société mère la SONAREM, neuf unités de productions situées dans différentes wilayas, parmi elles l'unité de Kéddara où notre stage de fin d'études a été effectué. L'unité exploite un gisement de calcaire depuis l'année 1978 sur la base d'un permis d'exploitation de petite et moyenne mine au nom de l'ENOF. Le dernier titre minier date de septembre 2003 et a une durée de dix ans.

1.1. Production : [1]

La production de cette unité est destinée aux wilayas du centre principalement les grands projets de la capitale. Ainsi, et dans le souci de satisfaire la demande croissante dans cette région, des investissements nouveaux ont été engagés pour augmenter la production, de même qu'un nouveau gisement est en phase préparatoire pour relayer le premier qui arrive à épuisement.

Grâce à deux stations de concassage de 250 et 800 t/h, installées à proximité l'une de l'autre, l'unité produit les fractions suivantes : 0/3 – 3/8 – 8/15 – 15/25 – 25/40 – 40/70 et 0/200

La production annuelle moyenne est de 500 000 tonnes.

1.2. Organisation : [1]

La carrière est organisée en une unité de production sous la dénomination de l'unité de KEDDARA. L'organigramme de l'unité est représenté sur la figure I.1 :

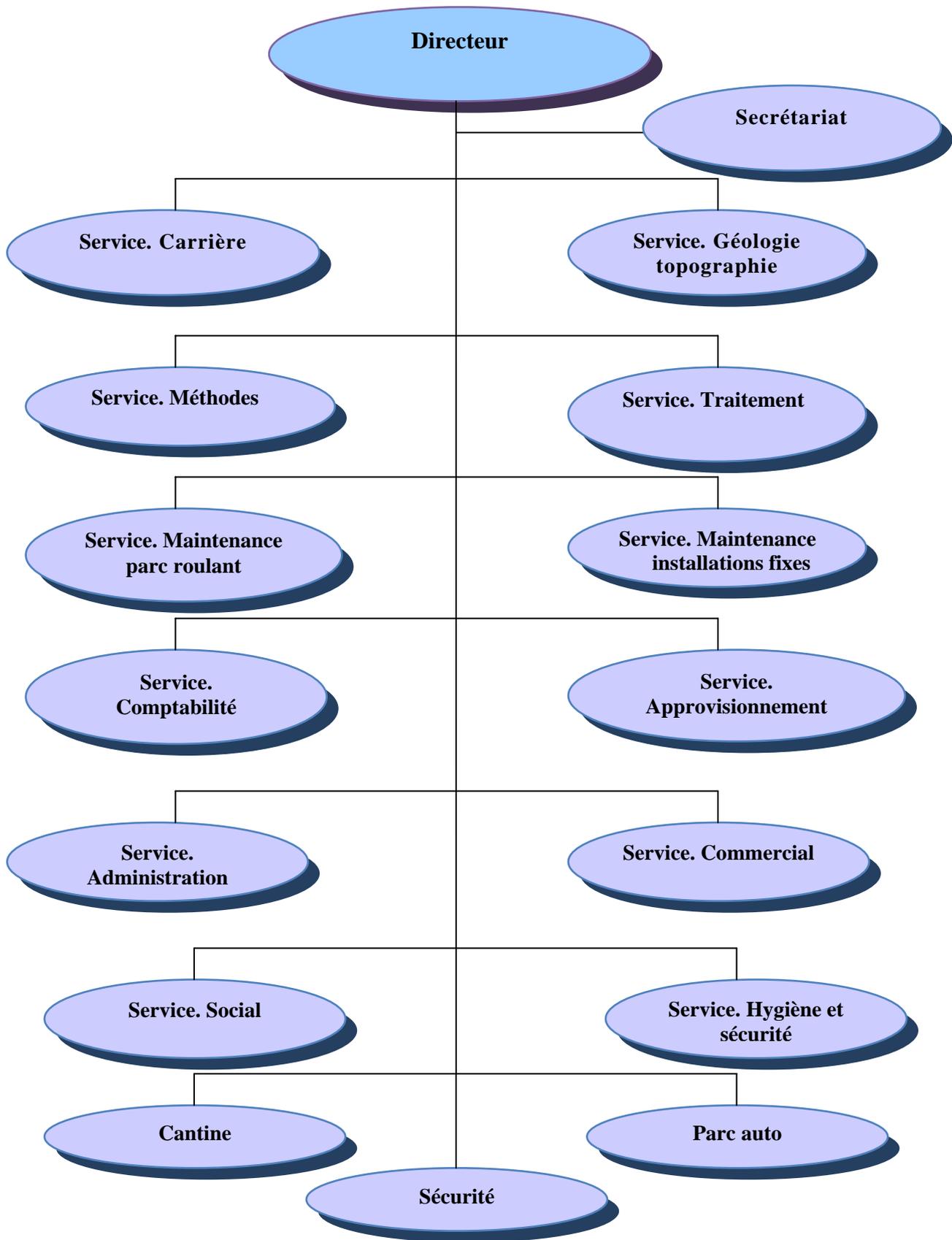


Figure I.1 Organigramme de l'unité de Kéddara

Le régime de travail est le suivant :

- Nombre de jours ouvrables par an.....300J.
- Nombre de jours œuvrés par mois..... 25J.
- Nombre de postes par jour.....01h.
- Durée du poste (heures).....10h.

7h 7h15 7h30 8h 9h 10h 11h 11h30 12h 13h 14h 15h 16h 17h 17h45

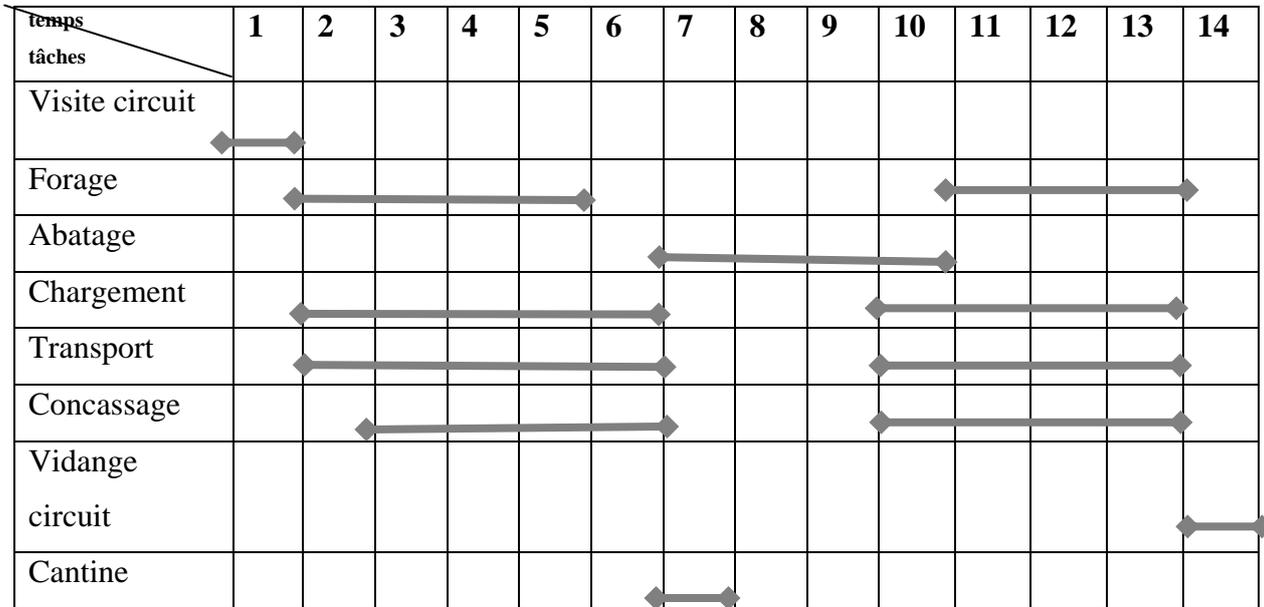


Figure I.2 : Diagramme de GANTT pour une journée de travail avec le minage

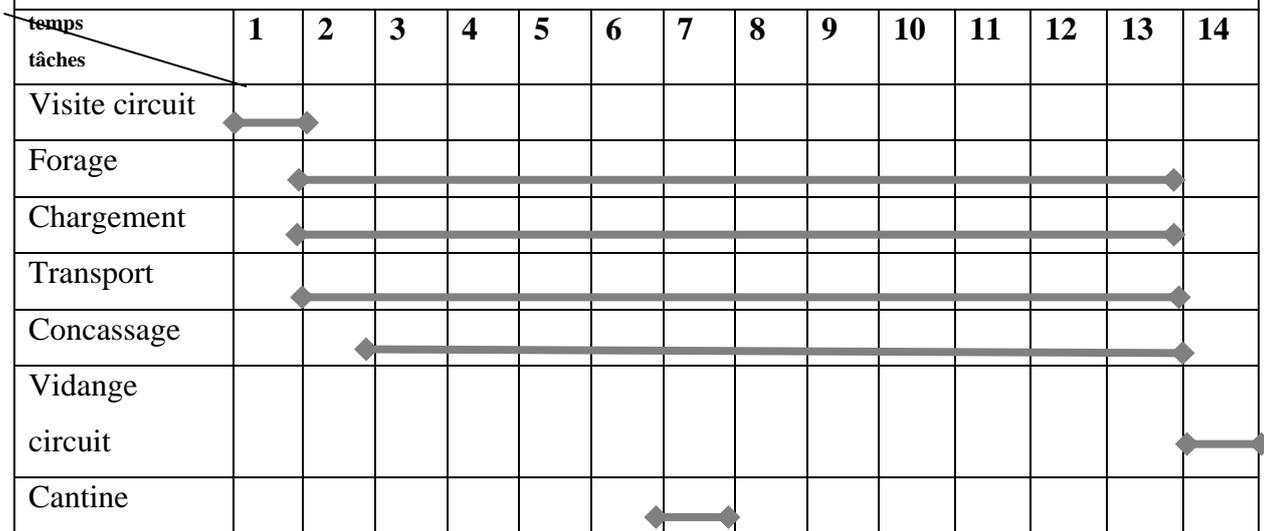


Figure I.3 : Diagramme de GANTT pour une journée de travail sans minage



Représentation des tâches

2. SITUATION GEOGRAPHIQUE DE L'UNITE :

Djebel BOUZEGZA culmine à 1035m où l'unité ALGRAN de Kéddara est située à 45km à l'Est d'Alger et à 1,5km au Sud Ouest du chef lieu de la commune de Kéddara.

Administrativement, ce gisement appartient au territoire de la Wilaya de Boumerdès et est situé dans la commune de Bouzegza Kéddara, Daira de Boudouaou.



Figure I.4: Localisation de l'unité de Kéddara

Le gisement représente un allongement Est-ouest, il est limité par :

- Au Nord et à l'Est par des terrains privés à vocations agricoles.
- A l'Ouest par le barrage de Kéddara.
- Au Sud par Oued Kéddara.

Le centre du gisement est localisé à partir des coordonnées Lambert et UTM suivant :

Les coordonnées Lambert :

X= 568 600

Y= 369 000

Les coordonnées UTM :

X= 541 632

Y= 4 052 550

La Superficie du périmètre est de 624313 m²

L'accès au site se fait par la route Nationale N° 29, reliant Boumedès à Lakhdaria.

La zone d'influence de la carrière, ne dépasse pas 1km autour du site d'implantation, ce qui fait que l'impact sur l'environnement est très réduit.

La zone d'influence, du point de vu spatial va regrouper les éléments suivants :

- Le site de la carrière.
- Les terrains naturels.
- L'agglomération de KEDDARA.
- La zone de transport.

3. HISTORIQUE DU GISEMENT DE Kéddara :

Le gisement de calcaire de KEDDARA a été mis en évidence, étudié et évalué en 1974 par l'unité de recherche de Tizi-Ouzou de l'Entreprise de Recherche et d'Exploitation Minière (SONAREM), les réserves de catégorie C (probables) avaient été estimées à près de 15 Millions de tonnes.

Les travaux de terrain tels que; l'ouverture de la carrière, la préparation des premiers gradins et le montage de la première station de concassage ont été réalisés entre 1975 et 1978, cette dernière année a connue le début des travaux d'exploitation.

L'activité de l'unité a depuis sans cesse évolué et ce en fonction des besoins de la région en matière d'agrégats. L'unité de Kéddara n'a connu de rupture qu'avec la destruction de ses installations industrielles suite à un double acte de sabotage en 1997 qui a engendré un arrêt total de quatre mois.

Ce fut un véritable déficit pour l'entreprise, déficit amplement relevé grâce à la mobilisation totale de tous ses moyens, aussi bien humains et matériels que financiers, depuis l'unité fournie tous les efforts nécessaires pour satisfaire les besoins de la régions en agrégats.

4. SITUATION GEOLOGIQUE DE L'UNITE DE KEDDARA :

4.1. Généralité :

Les roches sédimentaires de la région Est Algérois affleurent sur une grande surface, offrant un potentiel très important en agrégats exploités sur plusieurs carrières, ces dernières sont concentrées particulièrement dans la région de Kéddara dont l'unité ALGRAN en fait partie, région favorisée par sa proximité de la capitale et une facilité d'accès grâce à la route Nationale N° 29.

L'étude physico-mécanique a permis de spécifier le domaine d'utilisation de ses agrégats qui englobera la couche de Ballast des chemins de fer, les travaux de construction ainsi que les routes.

La zone d'extension est constituée de calcaires massifs, compact à patine gris clair très diaclasés à cassures esquilleuses de couleur gris foncé riche en restes organiques sous forme de débris arrondis et semi-arrondis tel que les Bivalves, Gastéropodes et les coquilles de nummulites, avec des fissures en ramification sans aucune direction préférentielle, remplie de

calcite par endroit, de cristaux de sidérite bien développés ainsi que de la fluorine de couleur violacée.

La zone d'extension est recouverte par une découverture d'environ 10m d'épaisseur en moyenne.

4.2. Tectonique :

La région est affectée surtout par des accidents discontinus, avec un pendage fort de 60° environ, on note aussi la présence des cavités karstiques généralement remplies de boue parfois très oxydées.

Il existe aussi des diaclases formant un réseau de cassures dans toutes les directions.

Aucune faille majeure n'est visible dans cette zone d'extension, par contre il existe des failles dans toutes les directions.

La région comprend deux types de déformation :

- 1- **Déformations souples** : Elles se manifestent par un vaste dôme anticlinal à grand rayon de courbure dont l'axe est de direction Est-ouest.
- 2- **Déformations cassantes** : Celles-ci se traduit par des accidents s'organisant en plusieurs familles suivant leur direction ;
 - a- Les accidents transversaux de direction Nord/Ouest - Sud/Est ;
 - b- Les accidents Nord/Sud qui interceptent les accidents Est/Ouest ;
 - c- Un grand accident de direction Est/Ouest situé au nord mettant en contact la série des Flyschs avec les formations calcaires.

4.3. Géologie générale du gisement :

Sur le plan géologique, la région fait partie du domaine de l'Atlas Tellien, sa structure comprend des étages dont l'âge varie du Précambrien au Quaternaire, et représenté essentiellement par :

- **Précambrien** : Représenté essentiellement par une variété de schistes métamorphisés (phyllites), intercalés par des bancs étroits de quartzites gris et gris clair. La puissance des dépôts dépasse les 200m
- **Trias** : Très répandu dans les limites de la chaîne calcaire d'où sont rencontrés surtout des grès quartzeux, et les arkoses rouges. On rencontre aussi des intercouches de graves lités et de poudingues, des couches d'argiles roses.
- **Jurassique** : Reconnu par le jurassique inférieur « Lias » et le jurassique supérieur « Malm »
 - *Jurassique inférieur*: Celui-ci est subdivisé en deux unités :
 - *Unité inférieur* : Représentée essentiellement par des calcaires et dolomies massive gris clair, d'une puissance de 500m environ.

- *Unité supérieure* : Repérée sur les versants Sud de Djebel Bouzegza et Draa Samar en concordance sur les calcaires massifs de l'unité inférieure constituée essentiellement de calcaires argileux gris d'une puissance de 150m environ.
- *Jurassique supérieur* : Il est rencontré sous forme de petites écailles au niveau d'un grand accident sublatitudinal longeant le versant Sud de la chaîne calcaire entre des terrains du crétacé supérieur et du paléogène (charriage). Constitué par des argiles rougeâtres, avec des radiolarites silexoides de couleur verdâtre et rouge.
- **Crétacé**: représente essentiellement par des formations flyschoides, il est subdivisé en néocomien aptien et aptien albien :
 - *Néocomien-aptien* : Repose sous forme d'une grande écaille représentée par une alternance régulière des couches de grès quartzeux blancs, gris et d'argilites, il est d'une puissance de 500 à 700m environ.
 - *Aptien-albien* : Constitué de flyschs formés par une alternance régulière des couches de grès et surtout des argilites d'une puissance de 100m environ.

Dans le crétacé supérieur, le cénomaniens est représenté par des marnes schisteuses uniformes grises et gris foncé d'une puissance dépassant les 100m. Il est en contact avec des dépôts du crétacé inférieur et du paléogène et est séparé de ceux-ci par des accidents disjonctifs.

- **Paléogène** : subdivisé en deux unités Eocène et Oligocène :
 - *Eocène* : Comprend l'Eocène moyen et l'Eocène supérieur Oligocène inférieur :
 - Eocène moyen « Lutétien »: Se rencontre sous forme de blocs tectoniques en nappes et en écailles. Se sont des calcaires massifs gris et gris clair, renfermant de nombreux foraminifères. L'assise est d'une puissance de 100m environ.
 - Au dessus de cette assise repose une formation flychoïde formée de grès grisâtre alternant avec des argiles calcaires gris et des marnes. Cette formation est d'une puissance de 100m environ.
 - Eocène supérieur Oligocène inférieur : C'est une formation flyschoides, en lits moyens avec présence des arkoses, calcaires grisâtre alternés avec des marnes micacées grises, gris verdâtre.
 - Par endroit dans la partie Sud de la région étudiée, cette formation flyschoides incorpore des couches de conglomérats polygéniques (jusqu'à 5m de puissance), la puissance de ces dépôts est de 600 à 800m environ.
 - *Oligocène* : il est représenté par une formation de flyschs alternée par des grès et des marnes. Dans la partie inférieure de l'assise prédominent les grès arkoses, calcaires polygéniques grossiers, gris. Dans la partie supérieure de l'assise, il y a une alternance de bancs puissants de 5 à 10m de grès gris, calcaires, à quartz-micas et de marnes micacées.

- *Quaternaire* : il est représenté en général par :

Un type alluvionnaire se trouvant dans les lits actuels des Oueds et sur les terrasses, et les travertins formés par les sources qui sortent en surface traversant des couches de roches carbonatées

- **Les roches intrusives** :

Représentées essentiellement par des metagabrodiorites et des granitogneiss :

- *Métagabrodiorites* : Se sont des roches massives schisteuses, à grains fins verdâtres et gris verdâtre de teneur élevée en chlorite.
- *Les granitogneiss* : Se sont des roches grises, gris clair, rarement rosâtre, comprenant du feldspath (jusqu'à 50 à 70%), du quartz (20 à 30%) et du mica clair.

4.4. Les réserves géologiques :

Le massif de Djebel Bouzegza comprend trois parties exploitables :

- la première est en cours d'exploitation et implique la carrière de Kéddara qui aux dernières estimations et selon le plan d'exploitation 2007/2008 avait enregistré les résultats suivants :

Un réservoir géologique égal à 4 500 000m³ et un réservoir exploitable de 2 400 000 m³.

En raison de 70 000 Tonnes/mois donc 840 000 Tonnes par an et avec un réservoir contenant 1 600 000 m³ l'équivalent de 4 100 000 Tonnes (la densité est de 2,7) ; la durée de vie restante à ce gisement est estimée à 4,8 ans environ.

- la seconde partie exploitable concerne le gisement de Djebel Ifri, qui est définie par les coordonnées en UTM suivantes :

Tableau.I.1 : coordonnées UTM d'Ifri

	X	Y
1	540 200	4 051 800
2	541 400	4 051 800
3	541 400	4 050 700
4	539 500	4 050 700
5	539 500	4 051 400
6	540 000	4 051 400
7	540 000	4 051 700
8	540 200	4 051 700

Ce gisement est considéré comme étant le plus grand des trois, avec une surface de 187 hectares, comprenant un réservoir géologique estimé à 734 millions de m³ et un réservoir exploitable estimé à 9 millions de m³.

Divisés en secteurs, ce gisement prometteur est donc en phase d'exploitation, ceci dit il est caractérisé par un emplacement critique ne lui facilitant pas l'accès en raison des 8km qui le sépare de l'unité, afin de résoudre ce problème, la solution de l'extraction par gravité a été proposée et validée, la présence de deux couloirs naturels en pente favorisant le bon transport du tout venant a rendu la tâche plus facile, aussi cette méthode sera mise en pratique pour la première fois par l'unité, la plate forme de réception est en cours de construction, une fois prête l'extraction pourra enfin commencer.

- La troisième partie concerne le gisement de Bouzegza Nord, dont l'étude est en cours suite à l'obtention des titres d'exploitation nécessaires à cet effet pour une durée de 10 ans, les résultats partiels de l'étude (le sommet n'a pas encore été exploré pour des raisons de sécurité) ont permis de définir un réservoir géologique égal à 30 000 000 m³ et un réservoir exploitable égal à 20 000 000 m³.

Les réserves sont calculés par la méthode des coupes verticales parallèles entre elles, la densité des calcaires est estimée à 2,7 t/m³.

Afin de pérenniser les activités de l'unité, les travaux préparatoires pour l'exploitation de djebel IFRI ont été entamés, à savoir : l'ouverture des gradins aux niveaux supérieurs, et la réalisation de la plate forme de réception au pied du gisement coté Nord ainsi que les travaux préparatoires du gisement de Bouzegza Nord.

Deux autres gisements; Draa Sahar et Bois De Bounedès sont en phase d'exploration afin de garantir une exploitation durable à l'unité

De façon globale :

Les résultats de calculs des réserves ont donné:

Les réserves géologiques y compris celles d'Ifri sont de l'ordre de : **1 981 000 000 tonnes**

Les réserves exploitables y compris celles d'Ifri sont de l'ordre de : **27 750 000 tonnes**, soit 1,14% des réserves géologiques

5. HYDROGEOLOGIE :

Les observations hydrogéologiques obtenues grâce à des trous de sondages ont renseigné sur l'absence des eaux souterraines dans ces sondages, néanmoins l'existence de deux points d'eau se trouvant à l'Est et au Sud du gisement permet d'alimenter l'unité en eaux potables.

6. L'EXPLOITATION :

Rappel sur la législation

L'exploitation minière est l'activité qui consiste à extraire à partir d'accumulations minérales (affleurantes ou souterraines) économiquement rentables appelées « gisement », des substances minérales tel que les minerais métalliques, les métaux natifs (principalement l'Or et l'Argent), et les minéraux industriels (Calcaire, Sel gemme, Potasse, Gypse).

Selon la législation minière et à travers la loi n°01-10 du 3 juillet 2001, l'exploitation minière est définie comme suit : c'est « l'activité qui consiste en travaux préparatoires, développement des opérations d'extraction, concentration des substances minérales et de première transformation. »

S'agissant d'une exploitation d'agrégats, l'unité ALGRAN de Kéddara et dans le but de pérenniser son activité, possède des carrières en exploitation et d'autre en cours d'exploration

6.1. Type d'exploitation et qualité de la roche :

On extrait le calcaire dur du gisement de Kéddara selon l'usage projeté, sous forme de blocs ou de pierraille. Les blocs de pierre sont extraits dans des formes et des tailles différentes selon la destination du produit. La méthode d'exploitation retenue a été l'exploitation à ciel ouvert en gradins (en carrière), ayant un certain nombre de caractéristiques.

Selon les dernières analyses minéralogiques basées sur quatre échantillons, la composition de la roche est comme suit :

Na Cl (chlorure) : 0,12%
CaCO₃ (carbonates) : 88,34%
CaSO₄2H₂O (gypse) : Sous forme de trace.

6.2. Les carrières de l'unité de KEDDARA :

En plus de la carrière de Kéddara qui est toujours en phase d'exploitation, l'entreprise a obtenu quatre périmètres d'exploration dont un par adjudication grâce aux autorisations d'exploration suivantes :

- Pour djebel IFRI autorisation n° 171 datée du 16 Mai 2004.
- Pour djebel BOUZEGZA NORD par adjudication autorisation N° 318 datée du 18 juillet 2004.
- Pour DRAA SAHAR autorisation N° 49 datée du 24 juin 2004.
- Pour BOUNEDAS autorisation N° 48 datée du 24 juin 2004.

Le lancement des travaux était tributaire des conditions sécuritaires qui prévalaient dans la région ; les travaux d'exploration ont été lancés en 2005 sur les quatre gisements mais la priorité a été donnée à deux gisements de Djebel IFRI et Djebel BOUZEGZA Nord En raison de leur situation par rapport à l'unité.

6.3. Aperçu sur l'état actuel de la carrière :

Actuellement la carrière est constituée de 11 gradins ; du niveau supérieur 320m jusqu'au niveau inférieur 188m, elle fonctionne en deux postes de quatre jours par poste (alternance de deux équipes chaque quatre jours), le poste de travail a une durée de 10 heures.

En moyenne, les jours ouvrables par mois sont de l'ordre de 25 jours et de 300 jours par année.

Pour l'année 2008 le volume de production prévu est estimé à 1 400 000 tonnes en abattage répartie comme suit : 600 000 tonnes de la carrière Kéddara et 800 000 tonnes de la carrière Ifri (les 800 000 tonnes de la carrière D'Ifri seront réparties de la façon suivante 500 000 tonnes de l'ex YOUGOSLAVE -cette appellation est due à l'exploitation de cette partie par les yougoslaves lors de la construction du barrage de Kéddara , la matière première était extraite de cette montagne- et 300 000 tonnes de la carrière d'IFRI).

➤ **Moyens Humains :**

L'effectif de la carrière de KEDDARA est réparti comme suit :

Il est constitué de quarante personnes dont : Quatre cadres, quatre personnes pour la maîtrise et trente deux personnes pour l'exécution.

Quant à l'ensemble de l'unité, l'effectif global est reparti comme suit :

Tableau.I.2 : Effectif de l'unité de Kéddara

GRANDES FONCTIONS	NOMBRE
Direction	9
Exploitation	42
Traitement	38
Sécurité	96
Maintenance & autres	76
Total	261

➤ Moyens Matériels :

Tableau.I.3 : Moyens matériels de la carrière

PHASE	ENGINS	MARQUE	TYPE	CAPACITE	ANNEE
Découverte	Bulldozer N°4	KOMATSU	D 155A-2	320CV	1990
Foration	Compresseur N°3	I, RAND	DXL 750	21m ³	1978
	Compresseur N°4	I, RAND	DXL 750	21m ³ /mn	1978
	Compresseur N°8	I, RAND	DXL 850	24m ³ /mn	1986
	Compresseur N°9	I, RAND	XP 750	21m ³ /mn	1997
	Crawlair N°3	I, RAND	CM 350VL	/	1978
	Crawlair N°7	A, COPCO	ROC400	/	1985
	Crawlair N°8	I, RAND	CM351	/	1991
	Groupe de Foration N°1	SANDVIK	TITON 400	1,15m/mn	2005
	Groupe de Foration N°2	A, COPCO	ECM580Y	/	2007
Groupe de Foration N°3	A, COPCO	ECM580Y	/	2007	
Chargement	Chargeur N°11	KOMATSU	WA600-1	6m ³	1990
	Chargeur N°12	KOMATSU	2320	3m ³	1994
	Pelle hydraulique N°13	ENMTP	9411		1994
	Chargeur N°14	KOMATSU	WA600-3	6m ³	2000
	Chargeur N°15	KOMATSU	WA600-3A	6m ³	2004
	Pelle hydraulique N°16	HYUNDAI	R500LC-7	/	2007
	Chargeur N°17	CATER	980H	/	2007
Roulage	Dumper N°6	PERLINI	DP366	36T	1980
	Dumper N°13	ASTRA	BM35	35T	1992
	Dumper N°16	KOMATSU	HD465-3	46T	1986
	Dumper N°17	KOMATSU	HD465-3	46T	1986
	Dumper N°18	KOMATSU	HD200-2	20T	1983
	Dumper N°20	ASTRA	RD32	32T	2007
	Dumper N°21	ASTRA	RD32	32T	2007
	Dumper N°22	ASTRA	RD32	32T	2007
	Dumper N°23	ASTRA	BM35	35T	1992
	Dumper N°24	ASTRA	BM35	35T	1992
	Dumper N°25	KOMATSU	HD320	32T	1985
Installation fixe	Concasseur giratoire	BABITLESS	BP 38 DD	800T/H	1978
	Concasseur à percussion	KRUPP HAZMAG	APS 1313	400T/H	2002
	Concasseur giratoire	BABITLESS	BS704N	120T/H	1978
	Concasseur giratoire	BABITLESS	BS704EG	120T/H	1992
	Concasseur giratoire	BABITLESS	BS702N	30 T/H	1978
	Concasseur à percussion	ARJA	TOROS P300	200 T/H	2007

I, RAND : INGERSOLL RAND

6.3.1)- Méthode d'exploitation de la carrière de Kéddara :

L'exploitation de la carrière se fait à ciel ouvert, en raison de la dureté de la roche, l'abattage de la roche se fait par le biais d'explosifs.

Les trous de mines sont forés à l'aide des groupes de foration suivant : le groupe SANDVIK TITON 400, deux groupes de foration ATALAS COPCO ; ces groupes de foration procède à des forages subverticaux (85°) avec une maille de 3,5 m x 3,5 m, la profondeur des trous est de 14 m, dont 1m de sous foration, le nombre de rangés est de 4.

En fin d'exploitation la berme de sécurité est laissée à 05 m.

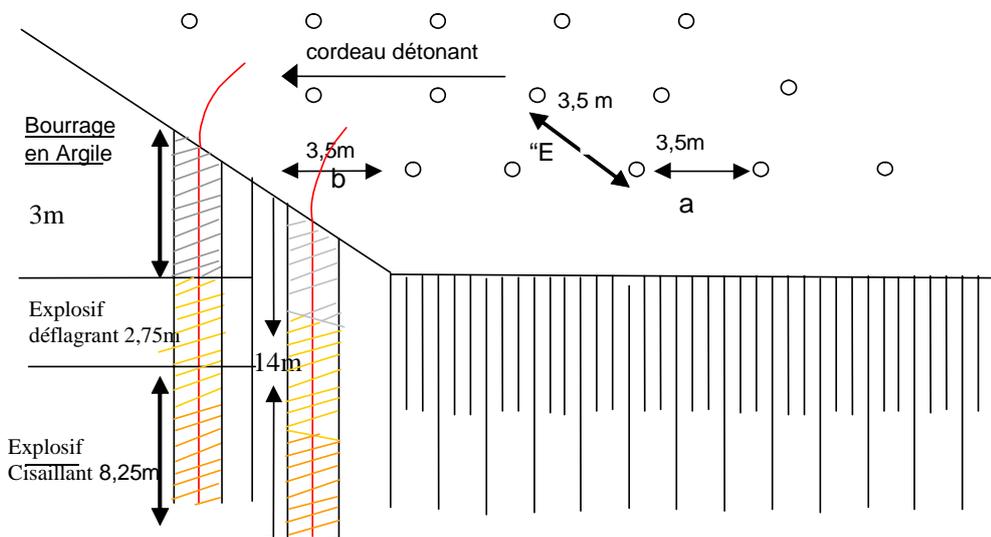


Figure I.5 : Disposition de la charge dans le trou et mode de chargement

a) Les éléments du système d'exploitation :

La limite inférieure est au niveau 178 m.

La hauteur du gradin est égale à 14 m.

La berme de sécurité est égale à 5 m.

L'angle du talus est égal à 85°.

L'angle de la carrière est égal à 65°.

Coefficient de foisonnement est égal à 1,6.

Coefficient de foisonnement pour la découverte (stérile) est égal à 1,4.

b) L'abatage : [3]

Le maillon initial des processus technologiques lors de l'exploitation des gisements des minéraux utiles à ciel ouvert est bien la préparation des roches à l'extraction. La qualité de cette dernière prédétermine en grande partie le rendement des engins miniers, la sécurité de travail, et d'une manière générale l'efficacité des travaux à ciel ouvert.

Dans la plupart des cas, la préparation des roches à l'extraction renferme la destruction du massif des roches jusqu'à l'obtention des morceaux de dimensions nécessaires et admissibles pour le travail efficace de tous les complexes d'extraction et de transport.

Dans la carrière de Kéddara, la dureté du minerai qu'on exploite est de l'ordre de 8 selon l'échelle de Mohs et de ce fait la méthode d'extraction ne peut se faire que par abatage à l'explosif.

Débitage Secondaire:

Pour éviter la diminution du rendement des engins d'extraction, de chargement et de transport qui est le résultat de la croissance du diamètre moyen de la granulométrie des roches abattues, les hors gabarits qui sont en général de 10% seront réduits à l'aide d'un brise roche.

c) La Foration:

L'unité dispose de trois groupes de foration :

-Une SANDVIK TITON 400 en état de marche assurant 15 tr/J de 14 m.

-Deux ATLAS COPCO à l'état neuf et deux chariots de foration assurant le relevage.

➤ Les paramètres de foration :

Les paramètres de foration sont résumés dans le tableau qui suit :

Tableau.I.4. Paramètres de foration

DESIGNATION	PARAMETRES
Diamètre de trou	110mm et 89mm
Ligne de moindre résistance	3,5m
Angle de trou	85°
Profondeur du trou	14m
Profondeur de sous foration	1m
Distance entre les trous	3,5m
Distance entre les rangées	3,5m
Nombre de rangées	4
Quantité de charge par trou de diamètre 110 mm	Anfomil 25kg
	Brisant 40kg
	Anfomil 12,5kg
Quantité de charge par trou de diamètre 89 mm	Brisant 40kg
Volume dégagé par trou de diamètre 110 mm	200 tonnes
Consommation spécifique	400 gr /m ³

➤ **Type d'explosif :**

L'unité de Kéddara utilise les explosifs et accessoires suivant :

Tableau.I.5 : explosifs et accessoires utilisés par la carrière

Désignation
Gélanit Ø 65
Marmanit Ø 65
anfomil
Gélanit Ø30
Gélanit Ø 80
N18
Marmanit3 Ø50
Cordeau détonant 12g
Fil de tir
DMR (Détonateur à Micro Retard)
DEI (Détonateur Electrique Instantané)

d) Chargement et Transport : [3], [4]

d.1)- Terrassement : Un bull sert au décapage.

d.2)- Chargement :

L'unité dispose de quatre pelles chargeuses sur pneus trois KOMATSU WA600 de six mètres cubes de capacité de godet et une pelle CATERPILAR de cinq mètres cubes. Donc ces quatre engins assurent aisément le chargement dans les deux carrières Kéddara et ifri.

d.3)-Transport :

Un des processus principaux dans les carrières et mine à ciel ouvert est le transport des minéraux utiles et des roches stériles qui est le déplacement de la masse minière des chantiers aux points de déchargement qui sont les terrils pour les roches stériles et les stockes ou les trémies de réception pour les usines de traitement pour les minéraux utiles.(exploitation des carrières)

A cet effet, l'unité possède actuellement 8 dumpers en état de marche :

- PERLINI N°6 d'une capacité de 37,5 tonnes.
- KOMATSU N° 16 d'une capacité de 37,5 tonnes.
- KOMATSU N° 17 d'une capacité de 37,5 tonnes.
- ASTRA N° 22 d'une capacité de 28 tonnes.
- ASTRA N° 20 d'une capacité de 28 tonnes.
- ASTRA N° 21 d'une capacité de 28 tonnes.
- ASTRA N° 13 d'une capacité de 28 tonnes.
- ASTRA N° 24 d'une capacité de 28 tonnes.

Cinq dumpers assurent le transport du tout-venant et trois seront transférés à Ifri. Ils assurent à l'unité en moyenne un transport de 33,3 tonnes par rotation et par camion. La moyenne générale du nombre de rotation par jour et par camion est de : 24 voyages, avec un temps d'un cycle de 25 minutes.

6.3.2)- Méthode d'exploitation de la carrière de djebel Ifri :

L'unité compte maintenir le même régime de travail avec Kéddara à savoir un poste de 10 heures par jour, les deux postes travaillent quatre jours par intermittence. Quand aux moyens matériels et humains, selon le plan d'exploitation 2008, ils assurent aisément les prévisions annuelles de l'Unité.

Le gisement de Djebel IFRI est entrée en phase d'exploitation, la méthode d'exploitation retenue est celle à ciel ouvert par gradin. L'alimentation de la station en tout-venant dans les dix années à venir, sera assurée de la façon suivante :

Les cinq première années, de 2008 à 2013 l'alimentation des deux concasseurs sera faite par les deux carrières (Kéddara et Ifri) en intermittence, au delà de la cinquième année, l'unité sera alimentée uniquement par la carrière d'Ifri.

7. LE TRAITEMENT : [4]

Le traitement est une opération mécanique qui a pour conséquence de modifier l'aspect de la roche afin de l'adapter à des conditions d'utilisation données (transformation de la matière première en produit fini).

Une fois les gros blocs de pierre détachés à l'aide d'explosifs, ces derniers peuvent être ensuite débités en blocs plus petits à l'aide de brise-roche, pour qu'ils puissent avoir des dimensions qui permettent de réduire encore la taille de la pierre au moyen d'un concasseur primaire, giratoire ou à mâchoires, puis d'un concasseur secondaire ou plus si nécessaire.

Au niveau du concassage primaire, il se produit une première réduction des matériaux, réduction accompagnée d'un affinage en propreté et en dureté par criblage et extraction du circuit des produits fins, provenant du concassage ; c'est le scalpage.

Avec le concassage secondaire, tertiaire voire quaternaire les produits sont de plus en plus élaborés et affinés tant en granularité qu'en forme et propreté. Il est bien entendu que chaque étape de concassage est complétée par le criblage correspondant qui a pour fonction d'une part d'extraire des produits livrables avec des coupure normalisées, d'autre part de sélectionner les produits devant alimenter les appareils de l'étage de concassage situé en aval ; c'est le criblage préalable et de contrôle.

7.1. Description du processus de l'installation de concassage de l'unité : [5]

7.1.1)- Installation primaire :

Le tout venant avec une grosseur de 1000 mm maximale est déversé à l'aide des dumpers (camions) dans une trémie réceptrice (appelée aussi alimentateur ou scalpeur).

La fraction supérieure à 200 mm sélectionnée par un alimentateur passe par un concasseur giratoire de marque BABITLESS type BP 38 d'un débit de 800 t/h où elle subit une réduction à 200 mm.

La fraction inférieure à 200 mm passant à travers la grille de l'alimentateur et en fonction de sa qualité soit elle est soumise à un criblage préalable dans un crible à deux étages de marque COMESSA ou la fraction 0-40 mm est exclue comme stérile, soit elle rejoint le produit issu du concasseur à l'aide d'un by-pass pour un stockage dans un chapeau chinois d'une capacité de 3000 tonnes.

7.1.2)- Installation secondaire :

Le produit du chapeau chinois avec une grosseur de 0-200 mm est soumis dans un premier temps à un criblage dans un crible à deux étages de marque BABBITLESS où la fraction inférieure à 40 mm est extraite du processus comme produit marchand et la fraction (+40-200 mm) passe par un concasseur à percussion de marque KRUPP HAZMAG type APS 1313 d'un débit de 400 t/h ou elle est réduite à 50 mm.

Le produit issu du percuteur subit des opérations de criblage sur trois cribles à deux étages travaillant en série de marque SN METAL et BABBITLESS où les fractions suivantes sont mises en stock dans des silos :

a) - Fractions du premier crible

- Fraction supérieure à 70 mm avec la possibilité de la remettre dans le cycle pour un concassage dans le percuteur.
- Fraction -70 + 40 mm avec la possibilité de la réduire à 25 mm dans un concasseur giratoire de marque BABBITLESS type BS 704N à un débit de 120 t/h.

b) - Fractions du deuxième crible

- Fraction -40+25 mm avec la possibilité de la soumettre soit au concasseur BS 704N , soit à un autre concasseur giratoire de la même marque précédente de type BS 704EG d'un débit de 120 t/h pour une réduction à 25 mm.
- Fraction -25+15 mm avec la possibilité de la réduire soit dans le concasseur BS704EG, soit dans un quatrième concasseur giratoire de marque BABBITLESS type BS 702 N d'un débit de 30 t/h pour une réduction à 15 mm pour une opération de concassage tertiaire.

c)- Fractions du troisième crible sans recyclage

- Fraction -15+8 mm
- Fraction -8+ 3 mm
- Fraction -3+0 mm

Le processus peut être résumé dans le schéma technologique suivant :

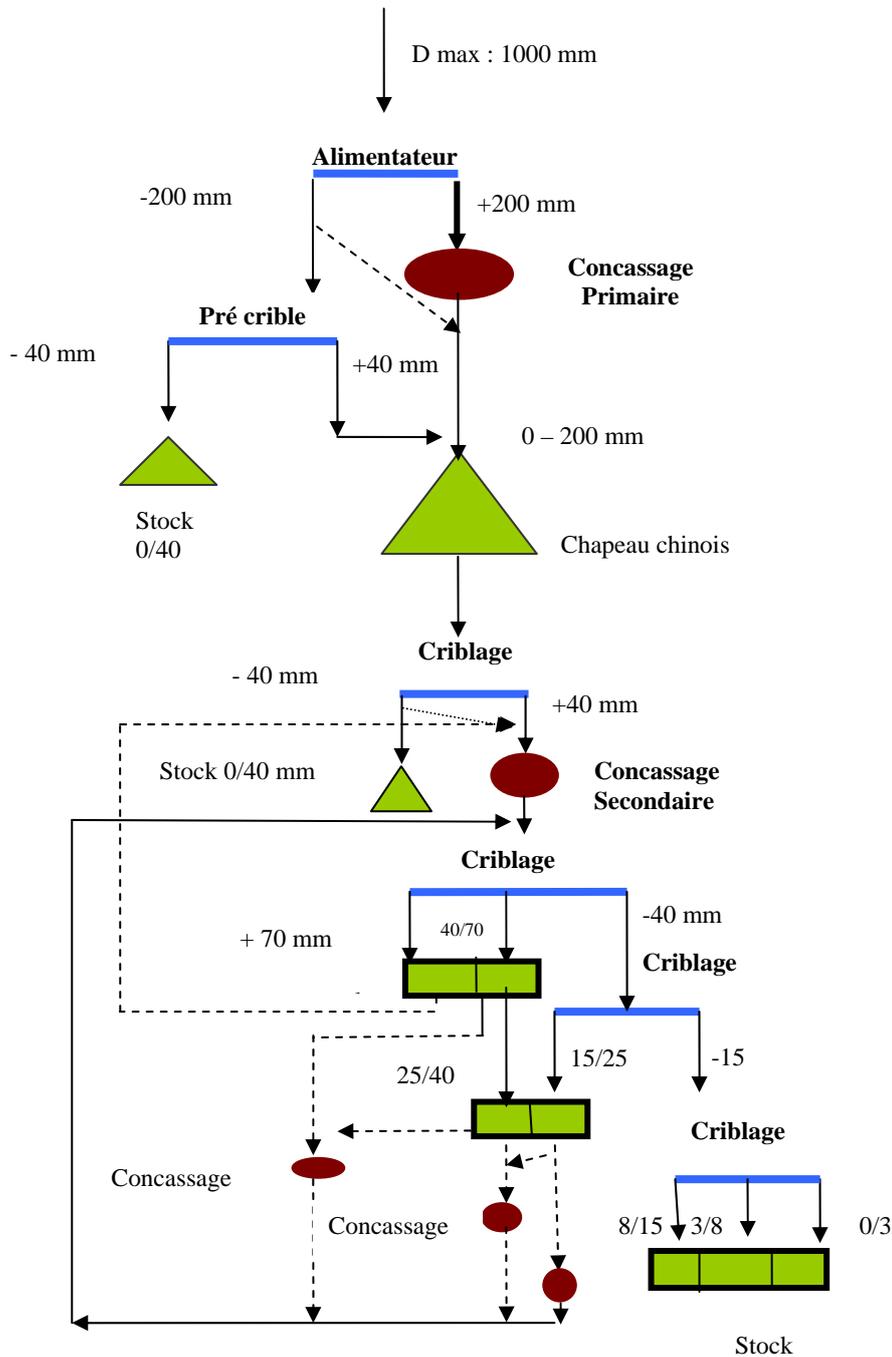


Figure I.6 : Schéma technologique de l'installation Babbittless

7.1.3. Description de l'installation tertiaire :

Le produit avec une granulométrie de 0 à 200 mm est soutiré du chapeau chinois à l'aide d'un extracteur appartenant à l'installation BABBITLESS pour alimenter un pré crible à deux étages (toile supérieure de 70 mm et toile inférieure de 40 mm) par le biais d'un convoyeur. La fraction inférieure à 40 mm est mise en stock (en tas) par un convoyeur, par contre les fractions supérieures à 40 mm passent par un concasseur à percussion de type TOROS P300 à un débit de 200 t/h.

Le produit issu du concasseur à une granulométrie de 0/70 mm est dirigé vers un crible sur silos à 4 étages doté des toiles suivantes 25 mm, 15 mm, 8 mm et 3 mm.

Les fractions issues du crible représentent des produits finis de l'installation qui sont stockées dans des silos et se résument comme suit :

- Fraction supérieure à 25 mm
- Fraction 15/25 mm
- Fraction 8/15 mm
- Fraction 0/3 mm

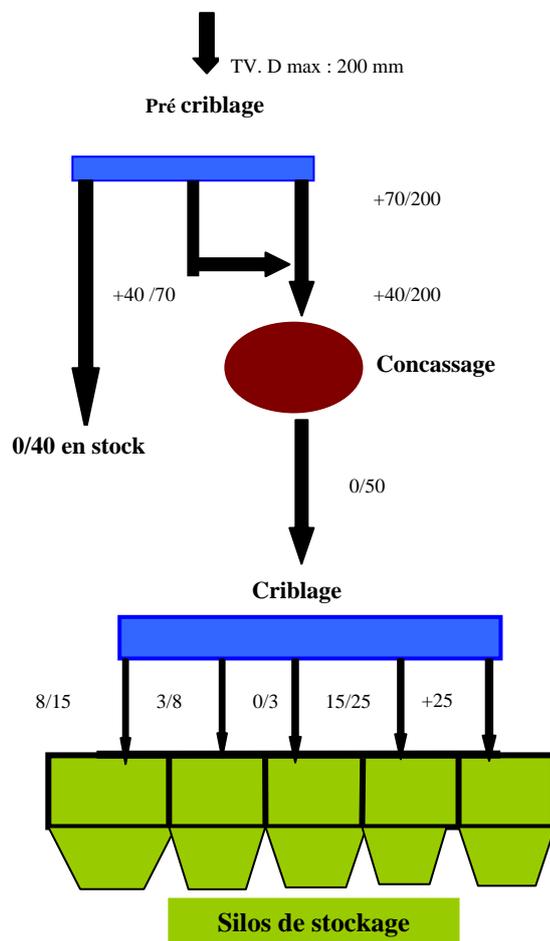


Figure I.7 : Schéma technologique de l'installation tertiaire

Quant à la station de sable nouvellement implanté, le schéma technologique est comme suit

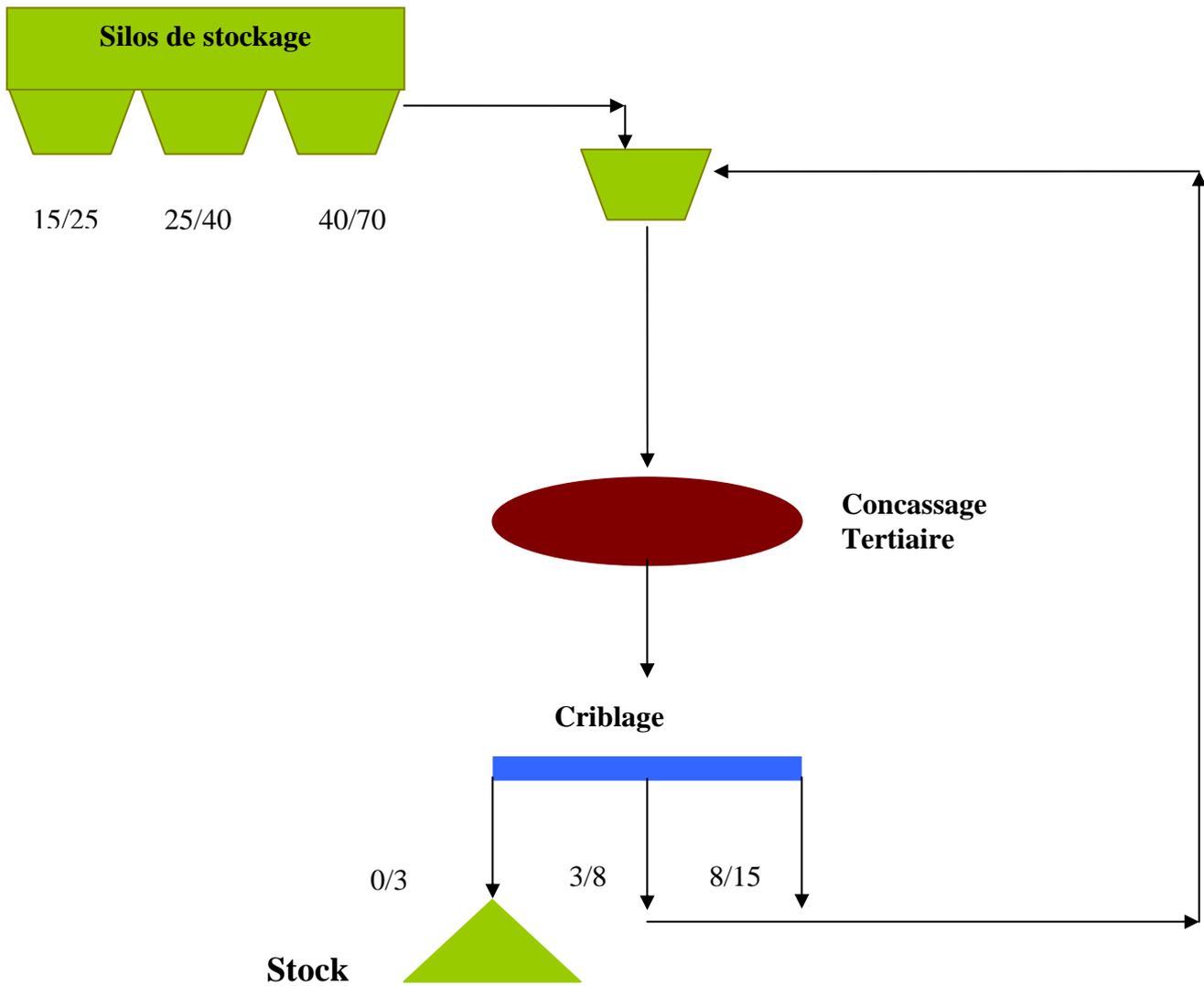


Figure I.8 : Schéma technologique de la nouvelle station de sable

Les agrégats produits par l'unité sont destinés au secteur du bâtiment et des travaux publics. En fonction des qualités et des fractions granulométriques, les agrégats sont utilisés dans la préparation des bétons hydrauliques, les bétons bitumineux ou comme ballast pour les chemins de fer.

Granulométries	
0/3	15/25
3/8	25/40
8/15	40/70

Des produits spécifiques peuvent être fabriqués à la demande des clients, il s'agit de classes granulométriques non conventionnelles (par modification du schéma technologique en supprimant des cribles notamment).

Chapitre II. Identification des dépenses et production de la carrière.

INTRODUCTION :

Dans le but d'établir la fonction des coûts de la carrière de KEDDARA, ce chapitre sera consacré à l'identification des coûts de la carrière et sa production journalière durant le mois de mars.

1. DEFINITION DES COÛTS DE L'ENTREPRISE : [6], [7]

Etant une cellule de production intégrée dans une organisation sociale, dans un système d'économie politique, toute entreprise doit assurer sa survie en réalisant en plus de sa production un bénéfice qui lui permettra de couvrir ses dépenses et de financer sa croissance. Dans le but de prendre des décisions économiques sensées, toute entreprise à besoin de connaître ce que lui coûte les biens qu'elle produit.

1.1. Définition et typologie des coûts : [8]

Les coûts sont une somme de charges relatives à un élément défini au sein du réseau comptable.

Le plan comptable générale donne la définition du coût comme suit :

Un coût est constitué par un total de dépenses rapportées à un moment donné :

- Soit à une fonction ou partie de l'entreprise ;
- Soit à un objet, une prestation de service, un groupe d'objet pris à un stade autre que le stade final de livraison aux clients.

Certains des coûts supportés par les entreprises varient avec la production, d'autre non.

1.1.1)- Le coût fixe (CF) : C'est une dépense qui ne varie pas en fonction du niveau de la production. Pour les entreprises minières, le capital fixe se divise en deux groupes :

- Le capital fixe de production (utilisé directement dans le processus de production).
- Le capital fixe non productif (non intervenant dans le processus de production).

Le capital fixe est classé en deux groupes et huit sous groupes :

Les composantes actives représentées par :

- Les installations, matériels énergétiques et machines de commande.
- Les appareillages et appareils spécifiques.
- Les moyens de transport.

Les composantes passives sont représentées par :

- Les bâtiments et accessoires.
- Les constructions ou ouvrages.
- Les machines de production et machines opératrices.
- L'inventaire.
- Les recrues de longue durée.

1.1.2) Les coûts variables (CV) : Sont des coûts qui varient avec la production (q), ils sont aussi souvent exprimés en fonction du niveau de celle-ci : CV (q).

Pour les entreprises minières, ces coûts englobent les consommables qui concernent la consommation des engins en gasoil, lubrifiant et pièces de rechange lors des entretiens préventifs, la consommation en électricité des installations,...etc.

1.1.3) Les coûts totaux : Sont la somme des coûts fixes et variables :

$$C(q) = C F + C V(q)$$

1.1.4) Le coût marginal (Cm) : Est défini comme le supplément ou l'augmentation de coût engendré par la production d'une unité additionnelle, les concepts de coût total et variable sont liés à celui du coût marginal.

Si C (q) est le total de production de q unités, le coût marginal se calculera alors par la formule suivante:

$$C_m = d C(q) / q$$

Comme le coût fixe est indépendant de l'augmentation de production, l'accroissement du coût total dépend uniquement de l'évolution du coût variable.

Il est important de distinguer entre le concept de coût marginal et les divers concepts de coût moyen, dont les trois plus connus sont :

a) - Le coût moyen (C M) : Parfois appelé coût moyen total (CMT), il est calculé par la formule suivante :

$$M T = C(q) / q$$

b) - Le coût variable moyen (C V M) : Il est calculé par la formule suivante:

$$C V M = C V(q) / q$$

c) - Le coût fixe moyen (C F M) : Il est calculé par la formule suivante:

$$C M F = C F / q$$

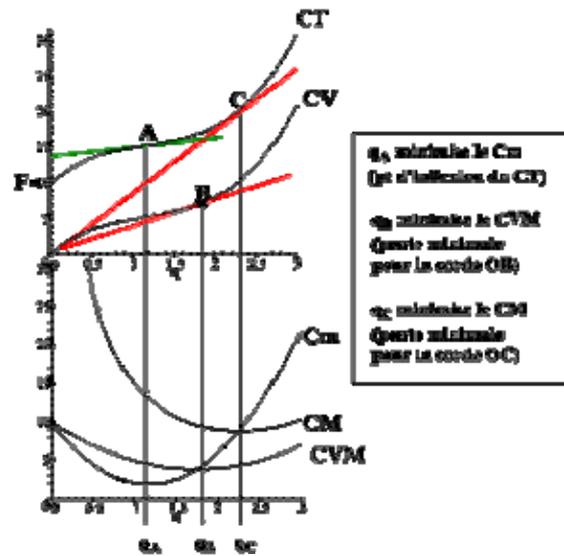


Figure II.1 : Courbe du coût total, du coût fixe et du coût variable

2. IDENTIFICATION DU COUT TOTAL DE LA CARRIERE :

Dans le but de déterminer la relation entre les dépenses et la production journalière de la carrière de Kédara, nous allons procéder à l'identification des coûts de la carrière.

Les coûts de la carrière vont être répartis en fonction de la quantité de production en deux catégories :

- 1- les coûts fixes; non proportionnels à la quantité de production
- 2- les coûts variables; directement en relation avec la quantité de production, appelé aussi consommables.

Les coûts fixes et variables seront calculés par phase d'exploitation à savoir ; découverte, abatage, chargement, transport et concassage. Ceci nous permettra par la suite de connaître les proportions des coûts liés à chaque opération.

2.1. Les coûts fixes de l'unité :

Les coûts fixes au niveau de l'unité englobent les frais suivants :

- 1- Les coûts liés à l'utilisation du matériel (amortissements, charges financières).
- 2- Les frais du personnel qui englobent la masse salariale et les charges employeur.
- 3- L'entretien curatif.
- 4- Les divers.

Remarque : Les frais du personnel, l'entretien curatif ainsi que les divers peuvent être considérés comme étant des coûts semi fixe en raison de la possibilité de leur variation dans le temps par palier. (Les variations peuvent être dues par exemple à l'augmentation des prix des pièces de rechange, des salaires, ...etc).

Dans notre cas, l'intervalle de temps est réduit à un mois ; les frais du personnel, l'entretien curatif et les divers ne se trouvant pas influencer par les variations sont considérés comme étant des coûts fixes dans la répartition des coûts.

2.1.1)- les coûts liés à l'utilisation du matériel :

L'utilisation du matériel provoque son usure, cette usure est caractérisée par l'amortissement.

Les coûts liés aux matériels sont donc représentés par l'amortissement annuel du matériel des différents services. Pour le service de carrière et de traitement ces coûts sont liés à l'amortissement annuel des engins ainsi qu'aux charges financières annuelles qui sont dues au remboursement des prêts (de la banque) pour chaque engin.

a) - Rappel et définitions:**➤ Mais qu'est ce que l'amortissement ? [9], [10]**

L'amortissement est la constatation d'une usure de la valeur d'un élément d'actif résultant de l'usage, du temps ou de l'évolution des techniques ou de toutes autre cause. Ceci permet à l'entreprise de dégager les sommes nécessaires pour le renouvellement des éléments d'actif amorti, une immobilisation est destinée à servir durablement l'activité de l'entreprise et doit être inscrite à l'actif du bilan.

➤ La durée de l'amortissement :

L'amortissement est réparti sur la durée normale d'utilisation du bien, déterminée d'après les usages de la profession et selon l'utilisation du bien dans l'entreprise (un matériel utilisé 24h/24 sera amorti plus rapidement que s'il est utilisé 8 heures par jour).

➤ Les différents régimes d'amortissement :**a.1) - L'amortissement linéaire :**

L'amortissement déductible est *constant*: il est obtenu en *divisant le prix de revient de l'élément d'actif par la durée normale de l'utilisation*. L'amortissement est calculé à compter du jour de la mise en service du bien.

$$A = (FA + FL - VL) / N \quad [DA]$$

L'amortissement journalier est calculé à partir de la relation suivante:

$$A_j = (FA + FL - VL) / N * NJA \quad [DA]$$

FA: frais d'acquisition

FL: Frais de liquidation

VL: Valeur de liquidation

N: Durée d'amortissement (années)

NJA : Nombre de jours par année

a.2)- L'amortissement dégressif :**- Ses caractéristiques :**

- Les *amortissements ne sont pas constants* : les amortissements les plus élevés sont durant les premières années d'utilisation d'actif.

- Les conditions de déduction (relatives aux biens)

- Les biens doivent être *neufs au moment de l'acquisition*
- Les biens doivent avoir *une durée minimale d'utilisation de 3 ans*
- Les biens doivent être *consignés sur une liste spéciale*

- Calcul de l'amortissement dégressif :

- Le *taux d'amortissement* : *taux d'amortissement linéaire multiplié par un coefficient de 1,5 à 2,5 selon la nature des biens.*
- Le *point de départ* de l'amortissement : *le premier jour du mois d'acquisition du bien.*

Observation:

La majorité des entreprises extractives algériennes ont un amortissement linéaire, pour l'unité **ALGRAN** de **KEDDARA**, l'amortissement linéaire se fait sur une durée de cinq ans.

Donc :

L'amortissement annuel est calculé par la formule:

$$A = (FA + FL - VL) / N \text{ [DA]}$$

L'amortissement journalier est calculé par la formule:

$$A_j = (FA + FL - VL) / N * NJA \text{ [DA/J]}$$

Avec

N= 5 ans et NJA= 360 jours.

b) - Identification des coûts fixes liés au matériel de l'unité de KEDDARA:

Les coûts fixes de l'unité de KEDDARA sont identifiés dans ce qui suit par phase d'exploitation.

b.1) - Découverte et abatage : [11]

Concernant la découverte et l'abatage, le mois de mars 2008 à connu une panne du compresseur I, RAND N°3 et l'inactivité du compresseur I, RAND N°9 et du crawler N°7 et le crawler N°3.

Les coûts lié à l'utilisation du bulldozer et les engins de foration (amortissements annuels et charges financières annuelles sur les engins d'abatage et foration) sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau II.1 : Valeur d'acquisition, amortissement et charge financière des engins de foration et abatage

Phase	Engins	Marque	Année d'achat	Valeur d'acquisition [DA]	Amortissement [DA]		Charge financière [DA]		Total [DA/jr]	
					annuel	journalier	annuelle	journalière		
Découverte	Bulldozer N°4	KOMATSU	1990	3839274,92	Déjà amortis	0	Fonds propres		0	
Foration	Compresseur N°3	I, RAND	1978	246065,28	Déjà amortis	0	Fonds propres		0	
	Compresseur N°4	I, RAND	1978	246065,28	Déjà amortis	0	Fonds propres		0	
	Compresseur N°8	I, RAND	1986	225234,15	Déjà amortis	0	Fonds propres		0	
	Compresseur N°9	I, RAND	1997	4221600,41	Déjà amortis	0	Fonds propres		0	
	Crawlair N°3	I, RAND	1978	225666,17	Déjà amortis	0	Fonds propres		0	
	Crawlair N°7	A,COPCO	1985	271701,65	Déjà amortis	0	Fonds propres		0	
	Crawlair N°8	I, RAND	1991	1815713,93	Déjà amortis	0	Fonds propres		0	
	G,Foration N°1	SANDVIK	2005	31423647,08	6284729,4	17457,58	1124975	3124,93	20582,51	
	G,Foration N°2	ATLAS COPCO	2007	20898024,35	4179604,8	11610,01	1556500	4323,61	15933,62	
	G,Foration N°3	ATLAS COPCO	2007	20898024,35	4179604,8	11610,01	1556500	4323,61	15933,62	
	TOTAL									52449,76

Les coûts fixes journaliers des engin de foration et abatage = 52449,76 DA

b.2) - Le chargement : [11]

La valeur d'acquisition, l'amortissement et la charge financière des engins de chargement utilisés dans les carrières de Kédara et d'Ifri sont mentionnés dans le tableau qui suit :

Tableau II.2 : Valeur d'acquisition, amortissement et charge financière des engins de chargement

Phase	Engin	Marque	Année d'achat	Valeur d'acquisition	Amortissement		Charge financière		Total [da/jr]
					annuel	journalier	annuelle	journalière	
Chargement	Chargeur N°11	KOMATSU	1990	6117814,32	Déjà amortis	0	Fonds propres		0
	Chargeur N°12	KOMATSU	1994	2873005	Déjà amortis	0	Fonds propres		0
	Chargeur (B.r) N°13	ENMTP	1994	4517085,02	Déjà amortis	0	Fonds propres		0
	Chargeur N°14	KOMATSU	2000	33050784,1	Déjà amortis	0	Fonds propres		0
	Chargeur N°15	KOMATSU	2004	40034101,24	8006820,248	22241,16	Fonds propres		22241,16
	Chargeur (B.r) N°16	HYUNDAI	2007	20109575,21	4021915,042	11171,98	Fonds propres		11171,98
	Chargeur N°17	CATERPILAR	2007	31910166,28	6382033,256	17727,87	1190700	3307,5	21035,37
Total									54448,52

Les coûts fixes journaliers des engins de chargement = 54448,52 DA

b.3) - Le transport : [11]

Le chargeur ASTRA N°23, N°24, le dumper PERLINI N°6 et le dumper KOMATSU N°16 ont été en panne durant tous le mois de Mars, le reste des engins de transport était en activité.

Les engins de transport de l'unité de Kédara ont été achetés avec des fonds propres, les charges financières dans cette phase n'existent donc pas. L'amortissement des engins de transport est mentionné dans le tableau suivant :

Tableau II.3 : Valeur d'acquisition et amortissement des engins de transport

Phase	Engin	Marque	Année d'achat	Valeur d'acquisition	Amortissement	
					annuel	journalier
Roulage	Dumper N°6	PERLINI	1980	1405239	Déjà amortis	0
	Dumper N°13	ASTRA	1992	8201971,04	Déjà amortis	0
	Dumper N°16	KOMATSU	1986	1000000	Déjà amortis	0
	Dumper N°17	KOMATSU	1986	1000000	Déjà amortis	0
	Dumper N°18	KOMATSU	1983	1655449,13	Déjà amortis	0
	Dumper N°20	ASTRA	2007	19375274,53	3875054,91	10764,04
	Dumper N°21	ASTRA	2007	19375274,53	3875054,91	10764,04
	Dumper N°22	ASTRA	2007	19375274,53	3875054,91	10764,04
	Dumper N°23	ASTRA	1992	8201971,04	Déjà amortis	0
	Dumper N°24	ASTRA	1992	8201971,04	Déjà amortis	0
Dumper N°25	KOMATSU	1985	827300	Déjà amortis	0	
Total						32292,12

Les coûts fixes journaliers des engins de transport = 32292,12 DA

b.4) - Le concassage: [11]

La valeur d'acquisition, l'amortissement et la charge financière des concasseurs en marche dans l'unité de Kéddara sont mentionnés dans le tableau qui suit :

Tableau II.4 : Valeurs d'acquisitions et amortissements de l'installation fixe

Phase	Equipement	Marque	Année d'achat	Valeur d'acquisition [DA]	Amortissement [DA]		Charge financière [DA]		Total [DA/JR]
					annuel	journalier	annuelle	journalière	
Installation fixe	Concasseur giratoire	BABB	1978	1200872 ,99	Déjà amortis	0	Fonds propres		0
	Concasseur giratoire	BABB	1978	847020,44	Déjà amortis	0	Fonds propres		0
	Concasseur giratoire	BABB	1992	3814118	Déjà amortis	0	Fonds propres		0
	Concasseur giratoire	BABB	1978	603273,55	Déjà amortis	0	Fonds propres		0
	Concasseur à percussion	ARJA	2007	48346200	9669240	26859	1691660	4699,05	31558,05
	Concasseur à percussion	KRUPP	2002	18149904	3629980,8	10083,28	Fonds propres		0
	Groupe électrogène 100kva	/	2001	1 227 970	122 797,00	341,1028	Fonds propres		341,1028
	Groupe électrogène 100kva	/	2007	3 300 000,0	330 000,00	916,6667	Fonds propres		916,6667
	Groupe électrogène 100kva	/	2007	1 287 599,00	128 759,90	357,6664	Fonds propres		357,6664
Total								33173,4859	

Les coûts fixes journaliers des équipements de la station de concassage =33173,4859DA

2.1.2) - Les frais du personnel : [12]

La situation de l'unité de Kéddara dans une région à risque nécessite la présence d'un personnel de sécurité assurant la protection des personnes et des biens de l'unité, c'est pour cette raison que le personnel se divise en groupe productif et sécuritaire

Les frais du personnel du mois de mars sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau II.5 : Global des frais du personnel durant le mois de mars

	Personnel productif	Personnel de sécurité
Nombre du personnel	169	96
Frais totaux (DA)	7 950 000	2 297 000
Total	10247000	

Le calcul des frais du personnel journalier se fait à l'aide de la formule suivante :

$$\mathbf{FPJ = FP / NJM \quad [DA/J]}$$

Avec

FP : Frais du personnel

NJM : Nombre de jours par mois (30 Jours)

FPJ : Frais du personnel journalier

Les frais du personnel journaliers = 341566,67 DA

2.1.3) - L'entretien curatif : [13]

Des avaries et des arrêts dans la production sont appelés à se produire, même si l'entretien préventif est assuré avec le plus grand soin, un service de réparation bien organisé est nécessaire pour s'en charger avec rapidité afin de garantir la continuité des travaux ; mais l'entretien curatif reste difficilement quantifiable, il nécessite un suivi continu et une organisation qui tien compte de la consommation des consommables utilisés pour les besoins de la panne, du salaires horaires des différents travailleurs contribuant à la réparation de l'engin et de la période de réparation.

Etant donné que les pannes sont d'origine accidentelle et que leur réparation est en fonction de plusieurs paramètres (la nature et la disponibilité de la pièce de rechange, du matériel de réparation etc.....), le coût journalier de l'entretien curatif est rapporté à partir des bons de sorties du magasin ; les différentes pièces de rechanges consommées par jour et utilisées pour la réparation des engins en panne sont résumées dans la partie [Coût de l'entretien curatif des engins et installation de l'unité de Kéddara « mars 2008 »] tableaux 1,2 et 3 de l'annexe des coûts.

2.1.4) - Les coûts divers : [14]

Les coûts divers englobent les assurances à 98% et des fournitures diverses, pour le mois de mars les coûts divers étaient de 5 182 000 DA, ce qui donnera en moyenne un coût journalier de 207 280 DA.

Le coût divers journalier est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\mathbf{CDJ = CDM / NJT \quad [DA/J]}$$

CDJ: Coût divers journalier.

CDM: Coût divers.

NJT: Nombre de jours travaillés.

Le coût journalier des divers = 207 280 DA

Remarque :

Pour le calcul journalier de l'amortissement, des charges financières et des frais du personnel; le nombre de journée de l'année pris est égal à 360 jours et le nombre de journées du mois pris est égal à 30 jours.

Pour le calcul du coût journalier des divers, on ne considère que les jours ouvrables du mois ; donc 25 jours ; Les divers étant consommés uniquement si l'unité est en production contrairement aux amortissements, charges financières et frais du personnel.

Les coûts fixes journaliers globaux de la carrière de Kéddara sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau II.6 : Global des coûts fixes journaliers de l'unité ALGRAN de Kéddara

Opération	Coûts fixes journaliers [DA/J]
Découverte et abattage	52449,76
Chargement	54448,52
Transport	32292,12
Concassage	33173,4859
Entretien curatif	Voir le tableaux 1, 2 et 3 de l'annexe des coûts
Frais du personnel	10247000
Divers	207 280

2.2. Les coûts variables de l'unité : [15], [16], [17], [18]

Les coûts variables ou consommables sont composés de l'entretien préventif, l'énergie, les pneumatiques et les coûts de minage

2.2.1)- L'entretien préventif :

L'existence d'un service de l'entretien est justifiée par la nécessité d'assurer la disponibilité permanente des engins et équipements pour que la carrière puisse produire de manière optimale. L'entretien préventif consiste en la prévention contre les pannes à l'aide d'un suivi continu sous forme de programme spécifique d'utilisation de lubrifiants, graisses et remplacement des pièces de rechange pour chaque engin.

a) - Pour les pièces de rechange :

L'estimation de la durée de vie des pièces de rechange dépend de la cadence d'utilisation des engins ; elle peut être hebdomadaire, mensuelle ou plus.

Les consommations journalières en pièces de rechange sont caractérisées par le degré de leur usure, difficile à calculer quotidiennement, c'est pour cette raison que lors des calculs théorique, on se réfère au fiche techniques des engins pour déterminer la consommation horaire de chaque pièce de rechange suivant la formule suivante:

$$\mathbf{PR = H * Ph}$$

Où

PR : Valeur de la consommation totale journalière en pièce de rechange (en DA)

H : Durée de travail des engins dans la journée (en heures)

Ph : Valeur de la consommation horaire en pièce de rechange d'un engin (en DA)

b) - Pour les lubrifiants :

La consommation horaire en lubrifiant est calculée de la même manière que les pièces de rechange par la formule suivante:

$$\mathbf{LU = Lh * H}$$

Avec

LU : Valeur de la consommation totale journalière en lubrifiant (en DA)

H : Durée de travail de l'engin dans la journée (en DA)

Lh : Valeur de la consommation horaire en lubrifiant de l'engin (en DA)

c) - Pour les graisses :

La quantité et les types de graisse diffèrent d'un engin à un autre, la consommation des différents engins en graisse est mentionnée dans l'annexe des coûts.

2.2.2) - Pneumatique :

Les coûts journaliers liés à la consommation pneumatique seront pris comme étant les coûts des pneus remplacés par jour, donc comme pièces de rechange.

Dans notre cas, le calcul théorique laissera place à un suivi journalier réel de la consommation des engins en lubrifiants, graisses et pièces de rechange pneumatiques y compris, en se rapportant aux rapports journaliers de préparation et entretien du service Maintenance Parc Roulant.

La consommation des différents engins en entretien préventif et pneumatique en DA est résumée dans la partie [Coût de l'entretien préventif des engins et installation de l'unité de Kédara « mars 2008 »] tableaux 4,5 et 6 de l'annexe des coûts.

2.2.3) - L'énergie:

Les énergies consommées au niveaux de l'unité de KEDDARA sont : l'énergie électrique et le gasoil.

a) - Le gasoil :

Sachant que le prix du litre du gasoil est de 13,70 DA et en se reposant sur les rapports « consommation du carburant » du service Maintenance Parc Roulant, qui rapporte la quantité en litre de carburant consommée par engin par jour, nous avons calculé la consommation en carburant des engins en DA par jour.

Les résultats de la consommation en carburant des engins (en DA/J) durant le mois de Mars se trouve dans la partie [la consommation en gasoil des engins de production de l'unité de Kédara « mars 2008 »] tableaux 7, 8, 9 de l'annexe de coûts.

b) – L'électricité (Concasseurs):

La consommation électrique de la station de concassage est relevée au niveau des compteurs, à défaut de pointage journalier nous nous sommes basés sur la facture mensuelle qui nous a donné le montant de l'énergie consommée durant le mois de Mars.

Le montant mensuel de la consommation électrique est de 546 000 DA

Ce qui donne une consommation journalière moyenne de 21840 DA

La moyenne de consommation en électricité journalière = 21 840 DA

2.2.4) - Les coûts de minage: [19]

La carrière de KEDARRA connaît en moyenne quatre tirs par mois. En se basant sur les quantités en explosifs et accessoires consommés, nous pourrions déterminer le coût de minage pour chaque tir de mine durant le mois de Mars

Pour mieux comprendre la nature des données, le tableau qui suit présente un exemple de l'ensemble des coûts de minage du premier tir du mois de Mars

Tableau II.7 : Les coûts de minage du premier tir de mine du mois de mars

Les coûts de minage	Premier tir du mois(5/3/08)			
Désignation	Quantité	Unité	Prix unitaire	Montant
Marmanit 3 D65	5300	Kg	124,8	661440
Anfomil amélioré	1650	Kg	93,5	154275
DMR cls	120	U	180	21600
DEI tiges 3 mètres	15	U	120	1800
fil de tir 2C	1500	M.L	9,72	14580
Cordeau détonant 12g	2125	M.L	36,48	77520
Prestation de transport				
Camions explosifs	/	/	/	20000
Véhicule d'accessoires	/	/	/	3000
Total frais de transport	/	/	/	23000
Total des coûts de minage ttc				954215

Vous retrouverez ce tableau et les tableaux correspondant aux trois tirs de mine restants du mois de Mars dans l'annexe de coûts partie [Coût de minage de l'unité de Kédara « mars 2008 »] tableaux 10, 11, 12 et 13.

Pour le mois de mars 2008, le volume de roches abattus est de 140 000 tonnes, pour un coût de minage total de 4376206,493 DA.

Remarque :

Il existe également des engins de production loués par des secteurs privés à l'unité afin d'atteindre ses objectifs de production ; Le coût de location et les différentes consommations des engins loués sont mentionnées dans la partie engins privé de l'annexe des coûts.

2.2.5) - Les taxes de l'unité de Kéddara: [14]

- **Taxe sur l'Activité Professionnelle (T.A.P)** : taxe mensuelle de 2% sur le chiffre d'affaire.
- **Taxe foncière** : est approximativement de 20 000 DA annuellement.
- **Taxe sur la Valeur Ajoutée (T.V.A)** : 17 % du chiffre d'affaire.
- **Redevance d'extraction** : est le prix à payer à l'état pour l'extraction des granulats. Pour l'unité de Kéddara, la redevance d'extraction est de 6 % de la valeur de la quantité produite annuelle.
- **Taxe sur l'environnement** : la taxe sur l'environnement s'élève à 0,5% du chiffre d'affaire annuel.

Dans le cadre de notre projet de fin d'études nous allons nous intéresser uniquement aux taxes directement liées à la production donc au chiffre d'affaire annuel.

Le reste des taxes étant payé par forfait nous allons quantifier la valeur journalière de la taxe sur l'environnement et la redevance d'extraction.

Les résultats des taxes sur la production pour le mois de mars sont résumés dans la partie annexe des coûts [taxes sur la production]

Dans le but de définir la fonction de coût, la synthèse de la production et des dépenses journalières du mois de Mars est résumée dans le tableau suivant :

Tableau II.8 : Données sur l'échantillon de la production et dépenses journalières du mois de Mars

Jour	Production (x)	Dépenses (y)
01/03/2008	2146,92	2 081 025,00
02/03/2008	2095,924	2 043 209,00
03/03/2008	3687,291	2 796 163,00
04/03/2008	3968,403	3 327 762,00
05/03/2008	4534,413	3 163 308,00
06/03/2008	3968,403	2 878 291,00
07/03/2008	3270,663	2 529 391,00
08/03/2008	6327,103	4 039 304,00
09/03/2008	5748,233	3 745 915,00
10/03/2008	5297,293	3 293 272,00
11/03/2008	6713,013	3 978 524,00
12/03/2008	5854,093	3 577 758,00
13/03/2008	7502,503	4 359 143,00
14/03/2008	7310,263	4 307 927,00
15/03/2008	8228,933	4 749 439,00
16/03/2008	7971,847	4 640 925,00
17/03/2008	7084,964	4 185 145,00
18/03/2008	7708,347	4 501 620,00
19/03/2008	7855,117	4 581 082,00
20/03/2008	5869,677	3 491 707,00
21/03/2008	9274,558	5 172 110,00
22/03/2008	8373,237	4 724 706,00
23/03/2008	8809,607	4 963 901,00
24/03/2008	9357,315	5 217 858,00
25/03/2008	9388,075	5 241 438,00
26/03/2008	8818,019	4 943 523,00
27/03/2008	12386,98	6 674 249,00
28/03/2008	10536,21	5 801 449,00
29/03/2008	11917,34	6 482 096,00
30/03/2008	10630,52	2 263 066,00
31/03/2008	2437,5	885 980,00

Remarque :

Les coûts de minage et d'entretien (consommables), n'étant directement liés à la production journalière ont été réparties sur la production totale, les relations liant les coûts de minage et les coûts des consommables respectivement sont développés comme suit :

La relation entre la production et les coûts de minage est déterminée par le rapport du global du coût de minage par la production totale.

Avec :

Coût de minage globales = 3 740 490,36 DA

Volume total abattu = 215072,77 Tonnes

La relation entre la production et le coût de minage est la suivante :

$$\text{Coût d'abatage [DA]} = 17,39 \text{ V [T]}$$

La relation entre le coût des consommables et la production est déterminé par le rapport des dépenses sur le volume produit est déterminé par la relation suivante :

$$\text{Coûts de consommables} = 20,2 \text{ V [T]}$$

Avec :

Coût de consommables globales = 4 775 683,77DA

Volume total abattu = 215072,77 Tonnes

Le graphique suivant correspond au nuage de points, obtenu avec les données du tableau II.8, l'axe des abscisses représente la production journalière et l'axe des ordonnées représente les dépenses correspondantes. Les nuages de points nous permettent d'observer graphiquement les données et de tirer des conclusions préliminaires sur la relation éventuelle entre les deux variables.

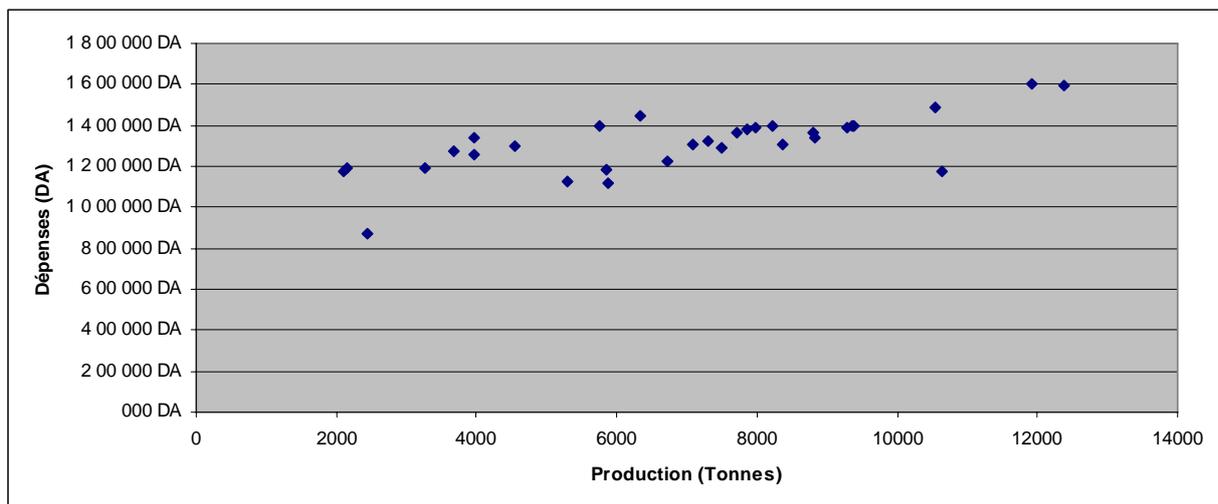


Figure II.2 : Nuage de points représentatif de la variation des dépenses en fonction de la production journalière

Interprétation :

La répartition des coûts qui ne sont pas directement liés à la production journalière permet d'obtenir un nuage de point plus démonstratif et qui permet la déduction suivante: il semblerait que l'augmentation des dépenses en fonction de la production se fait de manière linéaire et positive.

Pour le prouver, les chapitres trois et quatre seront consacrés respectivement à la définition de la méthode statistique choisie et l'application de cette dernière aux données de l'échantillon de l'unité de Kéddara.

Chapitre III. Méthode de la régression linéaire

INTRODUCTION

Ce chapitre traitera la partie théorique de la méthode de régression linéaire que nous allons utiliser pour le calcul des coefficients de corrélation de la fonction de coût de l'unité de KEDDARA.

1. LA CORRELATION : [20]

Dans le langage courant, la corrélation est par définition la dépendance de réciproque de deux phénomènes qui varient simultanément, l'un en fonction de l'autre. En statistique, la corrélation est un indice numérique mesurant le degré de liaison ou l'intensité de la relation entre deux variables.

1.1. MESURE DE LA CORREALTION LINEAIRE : [20]

La corrélation linéaire est une fonction de deux variables qui satisfait en principe les propriétés suivantes :

- 1) La corrélation est positive lorsque la relation entre les variables est positive
- 2) La corrélation est négative lorsque la relation entre les variables est négative
- 3) La corrélation est égale à zéro lorsque le degré de liaison entre les variables est nul, c'est-à-dire lorsque les deux variables sont indépendantes.
- 4) La corrélation est indépendante des unités dans lesquelles les variables sont exprimées
- 5) La corrélation est indépendante de l'ordre dans lequel les deux variables sont exprimées, c'est-à-dire que la corrélation entre x et y est égale à la corrélation entre y et x

1.1.1) La Covariance : [20], [21]

La covariance est définie par la relation suivante :

- Pour une population :

$$\sigma_{xy} = \frac{\sum (x_i - \mu_x)(y_i - \mu_y)}{N}$$

x_i: valeur d'ordre i de la variable X

y_i: valeur d'ordre i de la variable Y

μ_x: moyenne de la variable X mesurée sur tous les individus pour lesquels la variable X vaut x

μ_y: moyenne de la variable Y mesurée sur tous les individus pour lesquels la variable X vaut x

N : la taille de la population

- Pour un échantillon:

$$s_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n-1}$$

xi: valeur d'ordre i de la variable X

yi: valeur d'ordre i de la variable Y

\bar{x} : La moyenne des xi ; $\bar{x} = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$

\bar{y} : La moyenne des yi ; $\bar{y} = \frac{1}{n} (y_1 + y_2 + \dots + y_n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$

n : la taille de l'échantillon

La covariance est un indicateur qui mesure la liaison entre deux variables x et y. Cependant, l'utilisation de la covariance comme mesure de la robustesse de la relation linéaire présente un inconvénient : la valeur de la covariance dépend de l'unité de mesure des variables x et y. Ainsi, lorsque l'unité de mesure varie, les valeurs au numérateur varient dans la formule, alors qu'en fait, il n'y a pas de différence dans la relation ; Or, le coefficient de corrélation est une mesure de la relation entre deux variables qui n'est pas exposé à ce type de problème.

1.1.2) Le coefficient de corrélation : [22], [23]

La mesure de corrélation la plus souvent utilisée est le coefficient de corrélation de *BRAVAIS-PEARSON*, souvent appelé simplement coefficient de corrélation.

Le coefficient de corrélation noté ρ est égal à :

$$\rho = \frac{\text{COV}(x, y)}{\sigma(x)\sigma(y)}$$

Cov(x, y) est la covariance de x et y

$\sigma(x)$ et **$\sigma(y)$** sont respectivement l'écart type de x et de y.

Rappel :

La covariance entre deux variables X, Y est définie comme suit :

$$\begin{aligned} \text{Cov}(X, Y) &= E((X - E(X)) \cdot (Y - E(Y))) \\ &= E(XY - X \cdot E(Y) - E(X) \cdot Y + E(X) \cdot E(Y)) \\ &= E(XY) - E(X \cdot E(Y)) - E(Y \cdot E(X)) + E(E(X) \cdot E(Y)) \\ &= E(XY) - E(X) \cdot E(Y) - E(Y) \cdot E(X) + E(X) \cdot E(Y) \\ &= E(XY) - E(X) \cdot E(Y) \quad (\text{ou } E \text{ représente la moyenne}) \end{aligned}$$

Elle satisfait en particulier les propriétés suivantes :

$$\text{Cov}(X, X) = \text{Var}(X)$$

$$\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(Y, X)$$

$$\text{Cov}(aX + b, Y) = a \text{Cov}(X, Y)$$

$$\text{Cov}(X + Y, Z) = \text{Cov}(X, Z) + \text{Cov}(Y, Z)$$

Propriété de ρ :

- Le coefficient de corrélation fait jouer un rôle symétrique à x et y (il change pas si on permute x et y)
- ρ à le même signe que β ; la pente de la droite de régression y en fonction de x
- ρ reste inchangé si on change d'unité ou d'origine pour les x et y
- ρ est toujours compris entre 1 et -1 et ces bornes ne peuvent être atteintes que si $y = \beta_0 + \beta_1 x$
- si x et y sont indépendants alors $\rho = 0$
 - l'inverse n'est pas vrai ;
 - si $\rho \sim 0$, les variables peuvent soit être indépendantes mais aussi être liées (mais non linéairement)
 - on peut seulement affirmer que les variables x et y ne sont pas liées linéairement.

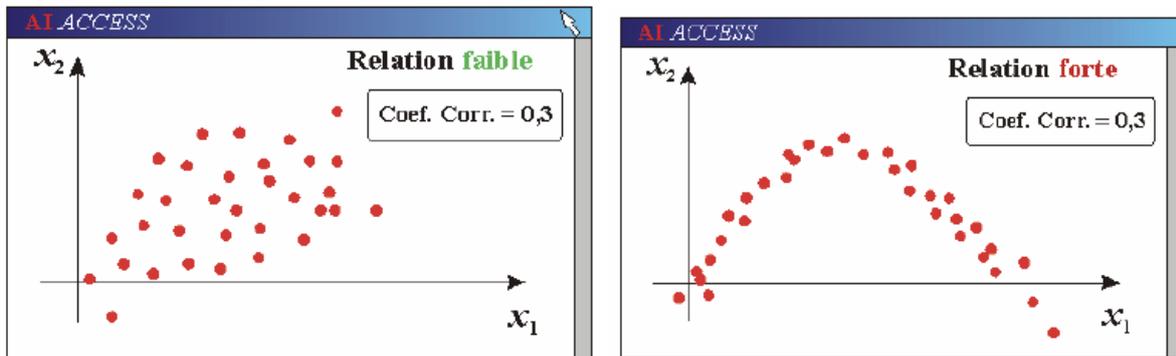


Figure III.1: Cas de faible coefficient de corrélation (variables indépendantes - variables liées)

Les cas limites et intermédiaire du coefficient de corrélation sont représentés dans la figure suivante :

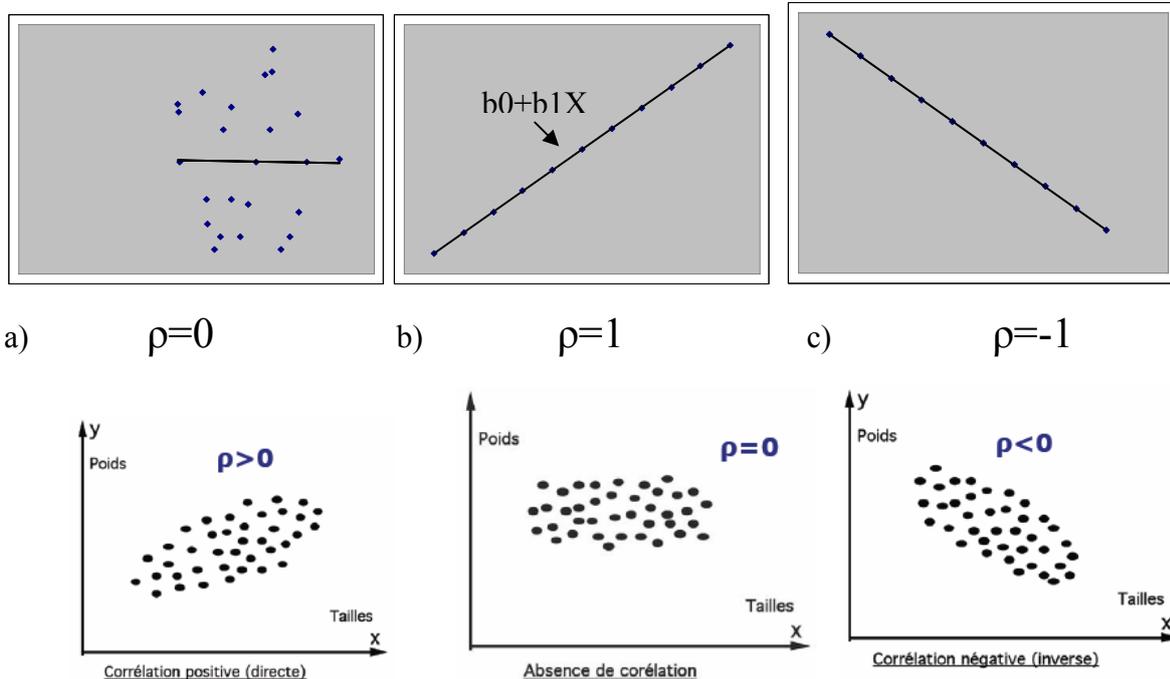


Figure III.2: Cas limites et intermédiaire du coefficient de corrélation

1.1.3) - Estimation du coefficient de corrélation (r) : [21], [22], [23]

A partir d'un échantillon de taille n :

$$(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$$

Provenant de la distribution conjointe inconnue de deux variables aléatoires X et Y, on estime le coefficient de corrélation ρ par r, qui mesure l'intensité de la liaison linéaire entre deux variables observées.

r est défini comme suit :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\left(\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \right) \left(\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \right)}$$

Le coefficient de corrélation varie entre 1 et -1, des valeurs proches de -1 ou +1 révèlent une forte relation linéaire. Plus le coefficient est proche de zéro, plus la relation est faible.

Interprétation de r :

Pour

r variant de 0,20 à 0,40 : faible ou quasi absence de corrélation ;

r variant de 0,40 à 0,60 : moyenne corrélation ;

r variant de 0,60 à 0,80 : bonne corrélation ;

r variant de 0,80 à 1 : corrélation élevée.

Tests sur le coefficient de corrélation :

Pour connaître le degré de signification de r on a recours à des tests d'hypothèses. Tester r, c'est tenter d'affirmer ou pas que sa valeur est statistiquement significative et ce avec un risque maîtrisé ($\alpha < 0,05$)

Pour cela on calcule l'écart réduit de *Student* t ou la valeur critique de r, r_c en utilisant les formules suivantes:

$$t = \frac{r - \rho}{s(r)} = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}} = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

$$r_c = \frac{t_{\alpha/2; n-2}}{\sqrt{(n-2) + t_{\alpha/2; n-2}^2}}$$

Où

n : est la taille d'échantillon **α** : le seuil de signification**s(r)** : l'écart-type de r **$t_{\alpha/2; n-2}$** : écart réduit de *Student* au seuil de signification $\alpha/2$ et de degré de liberté n-2**Les hypothèses sont :**Hypothèse H_0 : $\rho = 0$ (absence de corrélation linéaire)Hypothèse H_1 : $\rho \neq 0$ (présence de corrélation linéaire) H_1 : $\rho < 0$ (présence de corrélation linéaire négative) H_1 : $\rho > 0$ (présence de corrélation linéaire positive)

On peut donc établir les régions d'acceptation et de rejet de H_0 : $\rho=0$ avec r_c ou directement avec t. Les règles de décision sont :

Tableau III. 1 : Hypothèses et règles de décision

Hypothèses	Règles de décision	
	t de Student	Valeurs critiques de r
$H_0 : \rho=0$ $H_1 : \rho \neq 0$	Rejet de H_0 si $t > t_{\alpha/2 ; n-2}$ ou $t < - t_{\alpha/2 ; n-2}$	Rejet de H_0 si $r > r_c$ ou $r < -r_c$
$H_0 : \rho=0$ $H_1 : \rho > 0$	Rejet de H_0 si $t > t_{\alpha/2 ; n-2}$	Rejet de H_0 si $r > r_c$
$H_0 : \rho=0$ $H_1 : \rho < 0$	Rejet de H_0 si $t < - t_{\alpha/2 ; n-2}$	Rejet de H_0 si $r < -r_c$

2. L'ANALYSE DE REGRESSION LINEAIRE : [21], [22], [24], [25]

2.1. Introduction :

L'analyse de régression linéaire peut être définie comme la recherche de la relation stochastique qui lie deux ou plusieurs variables, elle consiste à décrire au mieux la façon dont y varie en fonction de x. Son champ d'application recouvre de multiples domaines, parmi lesquels on peut citer la physique, l'astronomie, la biologie, la chimie, la médecine, la géographie, la sociologie, l'économie, dans le processus de décision administrative ou comme support d'aide à la décision ou dans le cadre expérimentation technologique ; il arrive fréquemment que des conclusions et recommandations soient basées sur l'existence d'une liaison d'ordre fonctionnel ou statistique entre deux ou plusieurs variables.

L'origine de la régression remonte au XIXe siècle (1822-1911) et sa première application a été réalisée par le scientifique anglais Sir Francis Galton, le cousin de Darwin, dans le cadre d'une étude biologique sur l'hérédité.

Dans ce qui suit nous allons introduire la régression en tant que relation entre deux variables, nous serons amenés donc à définir la droite de régression.

La droite de régression est un moyen de synthétiser la liaison entre deux variables (ou le nuage de point formé par ces deux variables).

2.2. Régression linéaire simple :

2.2.1) - Modèle de régression linéaire simple :

L'analyse de la régression linéaire simple implique une variable indépendante et une variable dépendante, dont la relation est estimée par une ligne droite.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon \dots \dots \dots (1)$$

β_0 : correspond à l'ordonnée à l'origine de la droite de régression

β_1 : correspond à la pente de la droite de régression

ε : qui est une variable aléatoire appelée terme d'erreur

Le terme d'erreur prend en compte la variabilité de y qui n'est pas expliquée par la relation linéaire entre x et y (influence sur x et y qu'on ne connaît pas ou qu'on ne veut pas identifier)

Equation de la régression linéaire simple :

$$E(y) = \beta_0 + \beta_1 x \dots\dots\dots (2)$$

L'équation de la régression linéaire simple est représentée graphiquement par une ligne droite

$E(y)$: est la moyenne de y pour une valeur donnée de x.

β_0 : correspond à l'ordonnée à l'origine de la droite de régression

β_1 : correspond à la pente de la droite de régression

Cas A :
Relation linéaire positive

Cas B :
Relation linéaire négative

Cas C :
Pas de relation

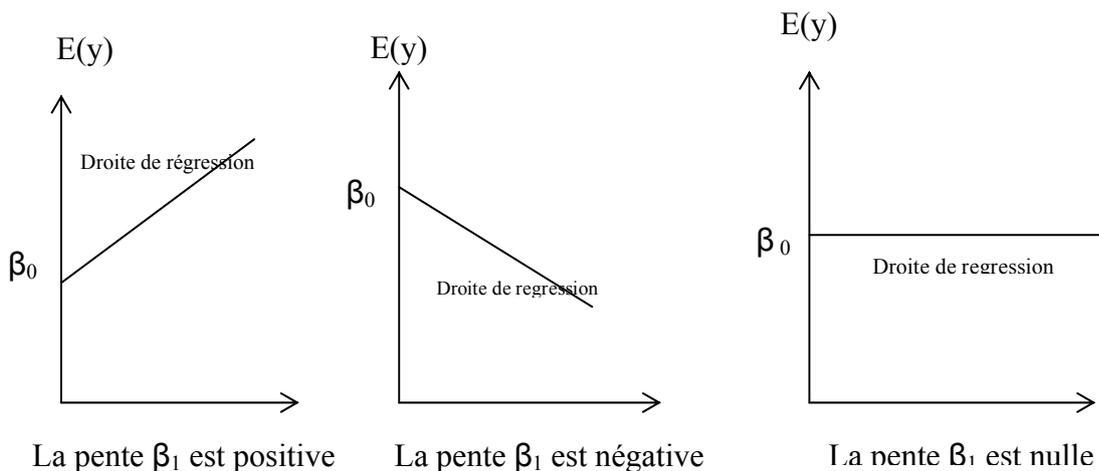


Figure III.3 : Droite de régression possible dans une régression linéaire simple.

La figure III.3 regroupe quelques exemples de droites de régression possibles, dans le cadre d'une régression linéaire simple. La droite de régression dans le cas A indique que la moyenne de y est positivement liée à x, de plus grandes valeurs de E(y) étant associées à de plus grandes valeurs de x. La droite de régression dans la cas B indique que la moyenne de y est négativement liée à x, de plus petites valeurs de E(y) étant associées à de plus grandes valeurs de x. La droite de régression dans le cas C indique que la moyenne de y n'est pas liées à x, la moyenne de y étant la même pour chaque valeur de x.

2.2.2) - L'équation estimée de la régression linéaire:

Les valeurs de β_0 et β_1 ne sont pas connues en pratique, il faudra donc les estimer en utilisant les données d'un échantillon (notée b_0 et b_1) servent d'estimation des paramètres β_0 et β_1 . En substituant les valeurs de b_0 et b_1 à la place de β_0 et β_1 , nous obtiendrons l'équation estimée de la régression. L'équation estimée de la régression dans le cadre d'une régression linéaire simple s'écrit :

$$\hat{y} = b_0 + b_1x \dots \dots \dots (3)$$

Le graphique de l'équation estimée est appelé *droite de régression estimée* ; b_0 correspond à l'ordonnée à l'origine, b_1 correspond à la pente et \hat{y} est la valeur estimée de y pour une valeur donnée de x .

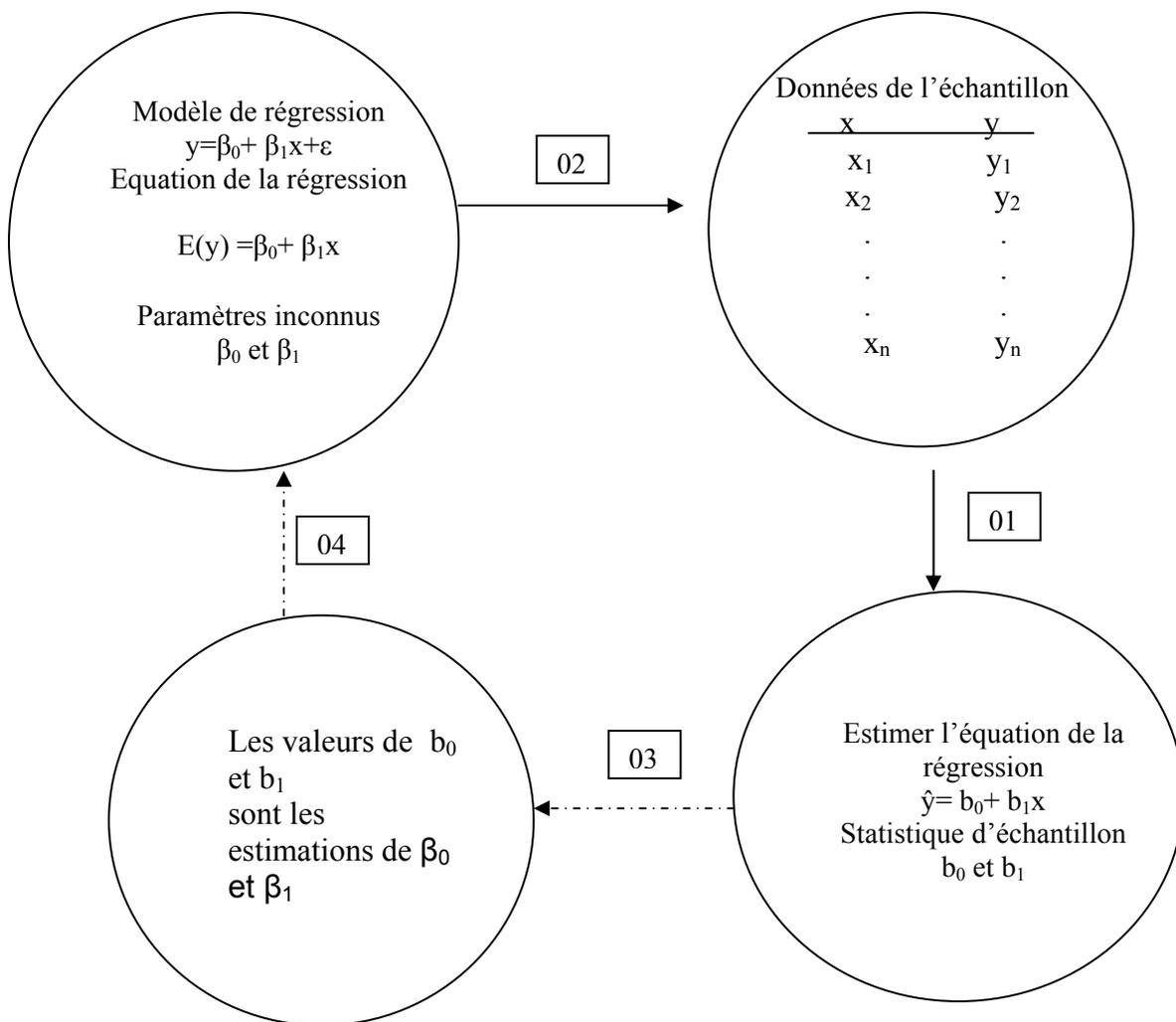


Figure III.4 : Processus d'estimation dans le cadre d'une régression linéaire simple

Lorsque la valeur x coïncide avec une valeur x_i observée sur les données, on note le $\hat{y}(x)$ correspondant par \hat{y}_i . On a donc :

$$\hat{y}_i = b_0 + b_1 x_i$$

Les \hat{y}_i sont appelés parfois les valeurs estimées par le modèle. Elles nous permettent d'estimer les quantités inobservables :

$$\varepsilon_i = y_i - \beta_0 + \beta_1 x_i$$

Par les quantités observables :

$$e_i = y_i - b_0 + b_1 x_i$$

$$e_i = y_i - \hat{y}_i$$

Ces quantités e_i sont appelées les *résidus* du modèle. La plupart des méthodes d'estimation consistent à estimer la droite de régression par une droite qui minimise une fonction des résidus. La plus connue est la méthode des *moindres carrés*.

2.3. La méthode des moindres carrés : [24], [25], [26]

La méthode des moindres carrés est une procédure qui permet d'utiliser les données de l'échantillon pour fournir les valeurs b_0 et b_1 qui minimisent la somme des carrés des résidus qui sont définis comme suit :

$$\sum e_i^2 = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum (y_i - b_0 - b_1 x_i)^2 \dots\dots\dots (1)$$

Ce critère que l'on retient est basée sur l'écart e_i , c'est-à-dire la distance verticale entre le point observé (x_i, y_i) et le point correspondant (x_i, \hat{y}) sur la droite tel qu'illustré sur la figure

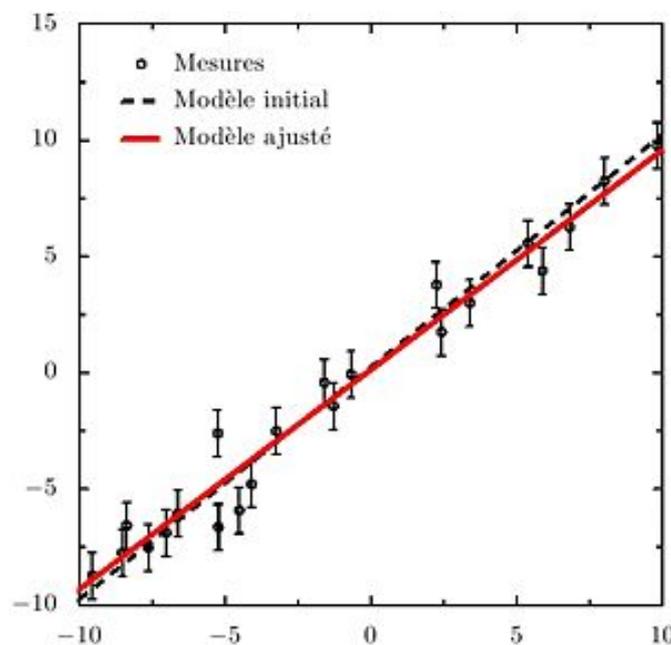


Figure III.5 : Ajustement d'une droite de régression par la méthode des moindres carrés.

La droite ainsi déterminée s'appelle la droite de régression linéaire ou encore droite des moindres carrés. Les coefficients b_0 et b_1 sont appelés coefficients de régression. Ce critère entraînera nécessairement que $\sum_{i=1}^n e_i = 0$

On est donc ramené à un problème de minimisation d'une fonction à deux variables.

$$Q(b_0, b_1) = \sum (y_i - b_0 - b_1 x_i)^2$$

Les valeurs b_0 et b_1 qui rendent Q appelée *la fonction objective* minimum doivent annuler les dérivées partielles du 1^{er} ordre, c'est-à-dire

$$\frac{\partial Q(b_0, b_1)}{\partial b_0} = 0 \text{ Et } \frac{\partial Q(b_0, b_1)}{\partial b_1} = 0$$

On obtient ainsi les équations dites normales :

$$\frac{\partial Q}{\partial b_0} = -2 \sum (y_i - b_0 - b_1 x_i) = 0, \quad \left(\sum_{i=1}^n e_i = 0 \right)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial b_1} = -2 \sum (y_i - b_0 - b_1 x_i)(x_i) = 0, \quad \left(\sum e_i x_i = 0 \right)$$

En distribuant le signe de sommation et en transformant, on est conduit aux équations :

$$n b_0 + b_1 \sum x_i = \sum y_i \dots\dots\dots (2)$$

$$b_0 \sum x_i + b_1 \sum x_i^2 = \sum x_i y_i \dots\dots\dots (3)$$

L'équation (2) peut s'écrire comme suit :

$$\bar{y} = b_0 + b_1 \bar{x}, \quad \text{Où}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad \text{Et} \quad \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} .$$

Elle montre que la droite de régression passe par le point moyen (\bar{x}, \bar{y}) de l'échantillon, ce qui permet d'écrire son équation de la façon suivante :

$$\hat{y} = \bar{y} + b_1(x - \bar{x}), \text{ avec } b_0 = (\bar{y} - b_1 \bar{x})$$

En portant cette valeur de b_0 dans l'équation (3), et en la résolvant, on obtient :

$$b_1 = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

Ou bien

$$b_1 = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \dots \dots \dots (4)$$

$$b_0 = \frac{(\sum x_i^2)(\sum y_i) - (\sum x_i)(\sum x_i y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

Ou encore

$$b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x} \dots \dots \dots (5)$$

Notons que par la définition de b_0 , la droite des moindres carrés passe par le point (\bar{x}, \bar{y})

Résumé :

Lorsque l'on utilise la méthode des moindres carrés, il s'agit donc de calculer tout d'abord b_1 par l'équation (4), puis b_0 par l'équation (5). On obtient ainsi une estimation de la droite de régression, appelée *la droite des moindres carrés* :

$$\hat{y}_i = b_0 + b_1 x$$

Les valeurs estimées sont alors estimées par :

$$\hat{y}_i = \bar{y} + b_1 (x_i - \bar{x})$$

et les résidus par :

$$e_i = y_i - \hat{y}_i$$

$$e_i = (y_i - \bar{y}) - b_1 (x_i - \bar{x})$$

2.4. Variation expliquée et inexpliquée : [20], [21]

Le but d'un modèle de régression linéaire est d'expliquer une partie de la variation de la variable expliquée y du fait de sa dépendance à la variable explicative x . En effet, si la variable y dépend de x , et qu'on la mesure sur différentes valeurs de x , on observera une variation en conséquence (si x varie, y varie en conséquence). Il s'agit de *la variation expliquée* du modèle. Toutefois lorsqu'on mesure y avec une même valeur de x , on observe encore une certaine variation (si x est fixe, y varie encore). Il s'agit de *la variation inexpliquée* par le modèle.

$$\text{(Variation total de } y) = \text{(Variation expliquée par le modèle)} + \text{(Variation expliquée par le modèle)}$$

La variation totale de y: traduite par la somme des écarts $y_i - \bar{y}$, elle définit la mesure de l'ajustement des observations autour de la droite \bar{y} , cette somme est appelée *somme des écarts totale*

Elle est notée SCT et déterminée par la formule :

$$SCT = \sum (y_i - \bar{y})^2$$

La variation expliquée par le modèle: traduite par une somme des écarts $\hat{y}_i - \bar{y}$, elle détermine dans quelle mesure les valeurs \hat{y}_i de la droite de régression estimée dévient de \bar{y} , cette somme est appelée *somme des carrés de la régression*.

Elle est notée SCreg et déterminée par la formule :

$$SCreg = \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2$$

La variation inexpliquée par le modèle: traduite par une somme des écarts $y_i - \hat{y}_i$, elle mesure l'ajustement des observations autour de la droite \hat{y} , cette somme est appelée *somme des carrés des résidus*

Elle est notée SCres et déterminée par la formule :

$$SCres = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2$$

Donc on peut écrire :

$$SCT = SCreg + SCres$$

Ou bien :

$$\sum (y_i - \bar{y})^2 = \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2 + \sum (y_i - \hat{y}_i)^2$$

Mais comment peut on exploiter ces différentes sommes ?

Les trois sommes SCT, SCreg et SCres, peuvent fournir une mesure de l'adéquation de l'équation estimée de la régression. L'équation estimée de la régression s'ajuste parfaitement aux données si toutes les valeurs de la variable dépendante y_i se trouvent sur la droite de régression estimée. Dans ce cas, $y_i - \hat{y}_i$ sera nul pour chaque observation et par conséquent SCres sera égal à zéro. Puisque $SCT = SCreg + SCres$, un parfait ajustement implique que SCreg soit égal à SCT et que le ratio (SCreg/SCT) soit égal à un.

Plus l'ajustement est imparfait, plus la valeur de SCres est grande. Or on a $SCres = SCT - SCreg$, par conséquent, la plus grande valeur de SCres (l'ajustement le plus imparfait) intervient lorsque $SCres = 0$ et $SCreg = SCT$.

Le ratio (SCreg/SCT), compris entre zéro et un, est utilisé pour évaluer l'adéquation de l'équation estimée de la régression. Ce ratio est appelé *coefficient de détermination*.

2.5. Le coefficient de détermination r^2 : [20], [21]

$$r^2 = \text{SCreg} / \text{SCT}$$

Le coefficient de détermination exprimé en pourcentage est interprété comme le pourcentage de la somme des carrés totale, expliquée par l'équation estimée de la régression, en d'autre terme le pourcentage obtenu est expliqué par la relation linéaire entre x et y.

Remarque :

Relation entre le coefficient de corrélation et le coefficient de détermination

$$r = (\text{Signe de } b_1) \sqrt{\text{coefficient de détermination}}$$

Le signe du coefficient de corrélation d'un échantillon est positif si l'équation estimée de la régression est de pente positive ($b_1 > 0$) et négative si l'équation estimée de la régression est de pente négative ($b_1 < 0$).

2.6. Distribution des estimateurs des moindres carrés : [20]

Rappelant tout d'abord les formules pour les estimateurs obtenus par la méthode des moindres carrés. On a :

$$b_1 = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

$$b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x}$$

Où :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

Ces estimateurs sont des variables aléatoires car ils dépendent des y_i qui sont des variables aléatoires (contrairement aux x_i). De plus se sont des fonctions linéaires des y_i . Comme ces derniers sont par hypothèse normalement distribués, il s'ensuit que les variables aléatoires b_0 et b_1 sont également normalement distribuées.

Afin de connaître leur distribution, le calcul de l'espérance et de la variance b_0 et b_1 donne :

Espérance mathématique de b_0 , b_1 :

$E(b_0) = b_0$ b_0 est un estimateur sans biais de β_0

$E(b_1) = b_1$ b_1 est un estimateur sans biais de β_1

Variance de b0, b1 :

$$\text{Var}(b_0) = \sigma^2 \sum x_i^2 / n \sum (x_i - \bar{x})^2$$

$$\text{Var}(b_1) = \text{Var}(y_i) / \sum (x_i - \bar{x})^2 = \sigma^2 / \sum (x_i - \bar{x})^2$$

Covariance de b0, b1 :

$$\text{Cov}(b_1, b_0) = -\bar{x} \sigma^2 / \sum (x_i - \bar{x})^2$$

2.7. Test de signification : [20], [21]**2.7.1) - Estimation de la variance des erreurs :**

Dans les trois derniers résultats on voit apparaître la variance σ^2 des ϵ_i . Cette quantité est toute fois inconnue et est estimée par :

$$s = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2}} \quad \text{La valeur « s » est appelée erreur type de l'estimation}$$

Nous utiliserons l'erreur type de l'estimation pour effectuer des tests de signification de la relation entre x et y.

2.7.2) - Inférence sur les paramètres du modèle:

Dans cette section, nous allons aborder des tests d'hypothèses sur les paramètres β_0 et β_1 du modèle de régression simple ainsi que les intervalles de confiance.

a) Test sur la pente b1 :

L'estimateur b_1 est normalement distribué, d'espérance b_1 et de variance notée :

$$\sigma^2(b_1) = \frac{\sigma^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

La valeur de σ étant inconnue ; en pratique, on estime $\sigma^2(b_1)$ par :

$$s^2(b_1) = \frac{s^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

Où s^2 est l'estimateur sans biais de σ^2 avec :

$$s^2 = \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2} = \frac{SC_{res}}{n-2}$$

$\sigma(b_1)$ appelée écart-type de b_1 est estimée par $s(b_1) = \sqrt{s^2(b_1)}$

Le test de signification de Student est basé sur le fait que la statistique de test $t = \frac{b_1 - \beta_1}{s(b_1)}$ suit

une loi de Student à $n-2$ degrés de liberté. Si l'hypothèse nulle est vraie, alors $\beta_1 = 0$ et

$t = \frac{b_1}{s(b_1)}$. Avec b_1/S_{b_1} comme statistique de test, les étapes du test de signification sont

résumées comme suit :

Dans un problème de test d'hypothèse bilatéral où l'on désire tester l'hypothèse nulle :

$H_0 : \beta_1 = 0$

Contre l'hypothèse alternative :

$H_1 : \beta_1 \neq 0$

On peut utiliser la statistique :

$$t = \frac{b_1}{s(b_1)}$$

On rejette H_0 au seuil de signification α si : $|t| > t_{\alpha/2; n-2}$

b) Intervalle de confiance pour b_1 :

Un intervalle de confiance au niveau $(1 - \alpha)$ pour le paramètre β_1 est défini par

$$b_1 - t_{\alpha/2; n-2} * s(b_1) \leq \beta_1 \leq b_1 + t_{\alpha/2; n-2} * s(b_1)$$

C'est à dire par: $b_1 \pm t_{\alpha/2; n-2} * s(b_1)$

Cet intervalle est construit de telle sorte qu'il contienne le paramètre inconnu β_1 avec une probabilité de $(1 - \alpha)$

c) Test sur l'ordonnée d'origine b_0 :

L'estimateur b_0 est normalement distribué, d'espérance b_0 et de variance notée :

$$\sigma^2(b_0) = \frac{\sigma^2 \sum x_i^2}{n \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

La valeur de σ étant inconnue ; en pratique, on estime $\sigma^2(b_0)$ par :

$$s^2(b_0) = \frac{s^2 \sum x_i^2}{n \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

Où s^2 est l'estimateur sans biais de σ^2 avec

$$s^2 = \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - 2} = \frac{SC_{res}}{n - 2}$$

$\sigma(b_0)$ appelé écart-type de b_0 est estimée par $s(b_0) = \sqrt{s^2(b_0)}$

Le test de signification de Student est basé sur le fait que la statistique de test $t = \frac{b_0 - \beta_0}{s(b_0)}$ suit

une loi de Student à $n-2$ degrés de liberté. Si l'hypothèse nulle est vraie, alors $\beta_0 = 0$ et

$t = \frac{b_0}{s(b_0)}$. Avec b_0/Sb_0 comme statistique de test, les étapes du test de signification sont

résumées comme suit :

Dans un problème de test d'hypothèse bilatéral où l'on désire tester l'hypothèse nulle :

$H_0 : \beta_0 = 0$

Contre l'hypothèse alternative :

$H_1 : \beta_0 \neq 0$

On peut utiliser la statistique :

$$t = \frac{b_0}{s(b_0)}$$

On rejette H_0 au seuil de signification α si : $|t| > t_{\alpha/2; n-2}$

d) Intervalle de confiance pour b_0 :

Un intervalle de confiance au niveau $(1 - \alpha)$ pour le paramètre β_0 est défini par :

$$b_0 - t_{\alpha/2; n-2} * s(b_0) \leq \beta_0 \leq b_0 + t_{\alpha/2; n-2} * s(b_0)$$

C'est à dire par: $b_0 \pm t_{\alpha/2; n-2} * s(b_0)$

Cet intervalle est construit de telle sorte qu'il contient le paramètre inconnu β_0 avec une probabilité de $(1 - \alpha)$

Remarque :

L'analyse de régression n'établit pas de relation de cause à effet entre deux variables. Elle indique seulement comment ou dans quelle mesure les variables sont associées. Toute conclusion sur les causes et les effets doit être basée sur le jugement des individus les plus à même de porter un tel jugement.

Aussi, rejeter l'hypothèse nulle $H_0 : \beta_0 = 0$ et conclure que la relation entre x et y est statistiquement significative ne nous permet pas de conclure qu'une relation de cause à effet relie x et y , ni que la relation entre x et y est linéaire, elle nous permettra seulement

d'affirmer que x et y sont liés et qu'une relation linéaire explique une partie significative de la variabilité de y par rapport aux valeurs de x observées dans l'échantillon.

La relation de cause à effet ne peut donc être conclue par l'analyste que si ce dernier dispose d'une justification théorique attestant de la causalité de la relation.

2.8. Estimation et prévention : [21], [27]

Lorsque les hypothèses du modèle sont vérifiées, on peut également calculer des intervalles de prédiction, l'équation estimée de la régression servira à faire des estimations et des préventions, elle contribuera alors directement ou indirectement à la prise de décision

Il existe deux types d'estimation : l'estimation ponctuelle et l'estimation par intervalle de confiance.

2.8.1) - Estimation ponctuelle :

L'équation estimée de la régression linéaire peut être utilisée pour effectuer une estimation ponctuelle de la moyenne de y pour une valeur particulière de x ou pour prévoir la valeur de y associée à une valeur particulière de x . Or il s'avère que l'estimation ponctuelle d'une valeur de y est la même que l'estimation ponctuelle de la valeur moyenne de y . Les estimations ponctuelles ne fournissent donc aucune information sur la précision de l'estimation, contrairement aux estimations par intervalle.

2.8.2) - Estimation par intervalle :

Le premier type d'estimation par intervalle de confiance est une estimation par intervalle de la valeur moyenne des y pour une valeur donnée de x .

Le second type d'estimation, par intervalle de prévision, est utilisé lorsqu'on souhaite obtenir une estimation par intervalle d'une seule valeur de y correspondant à une valeur de x . Avec une estimation ponctuelle, on obtient la même valeur lorsqu'on estime la valeur moyenne de y ou lorsqu'on prévoit une valeur individuelle de y , tandis qu'avec des estimations par intervalle, on obtient des valeurs différentes.

Plus les intervalles de confiance et les intervalles de précision de la régression sont petits, plus le degré de précision est élevé.

a) Estimation par intervalle de confiance de la valeur moyenne de y :

La procédure d'estimation par intervalle de confiance est décrite comme suit:

x_p est une valeur particulière ou donnée de la variable indépendante x ;

$E(y_p)$ correspond à la moyenne ou à l'espérance mathématique de la variable dépendante y ;

$\hat{y}_p = b_0 + b_1 x_p$ correspond à l'estimation de $E(y_p)$ lorsque $x = x_p$

En général, \hat{y}_p n'est pas exactement égal à $E(y_p)$, il faut estimer la variance de y_p par la formule suivante :

$$s^2(\hat{y}_p) = s^2 \left(\frac{1}{n} + \frac{(x_p - \bar{x})^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \right)$$

L'estimation de l'écart type de y_p correspond à :

$$s(\hat{y}_p) = s \left(\frac{1}{n} + \frac{(x_p - \bar{x})^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \right)^{1/2}$$

L'expression générale d'une estimation par intervalle de confiance de $E(y_h)$ s'écrit de la façon suivante :

Estimation par intervalle de confiance de $E(y_h)$

$$\hat{Y}_p - t_{\alpha/2; n-2} * s(\hat{y}_p) \leq E(y_p) \leq \hat{y}_p + t_{\alpha/2; n-2} * s(\hat{y}_p)$$

Notes:

à $X_p=0$ $S(\hat{y}_p)=S(b_0)$

à $X_p=\bar{x}$ $S(\hat{y}_p)=\frac{s}{\sqrt{n}}$ qui est la valeur minimale que peut prendre $s(\hat{y}_p)$.

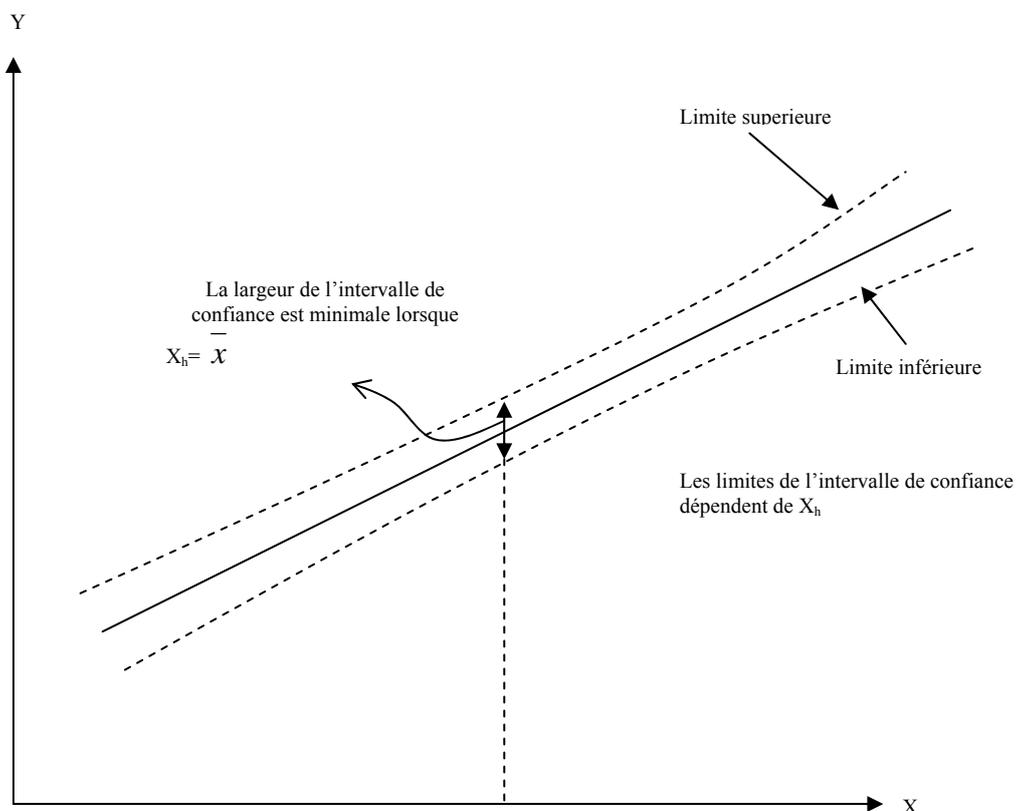


Figure III.6 : Présentation de l'intervalle de confiance

b) Estimation par intervalle de prévision d'une valeur individuelle de y :

Pour effectuer une estimation par intervalle de prévision, nous devons tout d'abord estimer la variance associée à l'utilisation de \hat{y}_p comme estimateur de la valeur individuelle de y lorsque $X_p = \bar{x}$.

Cette variance est composée de la somme des deux éléments suivants :

1. La variance des valeurs individuelles de y, estimée par s^2 .
2. La variance associée à l'utilisation de \hat{y}_p pour estimer $E(y_p)$, estimée par $S^2_{\hat{y}_p}$

La formule pour estimer la variance d'une valeur individuelle de y_p , notées S^2_{ind} , est :

$$S^2_{ind} = S^2 + S^2_{\hat{y}_p}$$

$$S^2_{ind} = S^2 + S^2 \left[\frac{1}{n} + \frac{(x_h - \bar{x})^2}{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 / n} \right]$$

$$S^2_{ind} = S^2 \left[1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_h - \bar{x})^2}{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 / n} \right]$$

Par conséquent une estimation de l'écart type d'une valeur individuelle de y_h est donnée par :

$$S_{ind} = S \sqrt{\left[1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_h - \bar{x})^2}{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 / n} \right]}$$

Estimation par intervalle de prévision de y_p

$$\hat{y}_p - t_{\alpha/2;n-2} * S_{ind} \leq \hat{y}_p \leq \hat{y}_p + t_{\alpha/2;n-2} * S_{ind}$$

Où le coefficient de confiance est égal à $1 - \alpha$ et $t_{\alpha/2;n-2}$ est basé sur la distribution de Student à $n-2$ degrés de liberté.

Chapitre IV. Approche de la fonction des coûts de l'unité de Keddara par régression linéaire.

Introduction :

La fonction de coûts est déterminée comme étant la fonction qui relie les dépenses d'une entreprise à sa production, elle permet de ce fait de connaître les dépenses attribués à une quantité de production Q , ou encore de prévoir les dépenses Y qu'une production X engendrera.

La fonction de coûts peut être utile pour la prévention utilisée par exemple pour l'estimation de l'évolution d'une entreprise ou pour l'orientation de ses comportements d'investissements, elle est également utilisée pour effectuer des prévisions.

La fonction de coûts peut s'avérer être un bon moyen contribuant à la prise de décisions dans les entreprises à condition de se restreindre à l'intervalle étudié qui correspond à un échantillon pris dans des conditions particulières.

Ce chapitre va traiter la partie pratique de notre projet de fin d'étude, à savoir l'approche de la fonction de coût de l'unité de Keddara.

En effet, en présence d'échantillon, la procédure statistique permet de construire une équation indiquant de quelle manière les variables évoluent.

1. Analyse des données de l'échantillon :

Le tableau suivant est une synthèse d'un échantillon de 31 éléments pairs (x_i, y_i) correspondant respectivement à la production et dépense journalière de l'unité de KEDDARA tout au long du mois de mars 2008.

Tableau IV.1: Données sur l'échantillon de la production et dépenses journalières du mois de Mars

Jour	Production (x)	Dépenses (y)
01/03/2008	2146,92	2 081 025,00
02/03/2008	2095,924	2 043 209,00
03/03/2008	3687,291	2 796 163,00
04/03/2008	3968,403	3 327 762,00
05/03/2008	4534,413	3 163 308,00
06/03/2008	3968,403	2 878 291,00
07/03/2008	3270,663	2 529 391,00
08/03/2008	6327,103	4 039 304,00
09/03/2008	5748,233	3 745 915,00
10/03/2008	5297,293	3 293 272,00
11/03/2008	6713,013	3 978 524,00
12/03/2008	5854,093	3 577 758,00
13/03/2008	7502,503	4 359 143,00
14/03/2008	7310,263	4 307 927,00
15/03/2008	8228,933	4 749 439,00
16/03/2008	7971,847	4 640 925,00
17/03/2008	7084,964	4 185 145,00
18/03/2008	7708,347	4 501 620,00
19/03/2008	7855,117	4 581 082,00
20/03/2008	5869,677	3 491 707,00
21/03/2008	9274,558	5 172 110,00
22/03/2008	8373,237	4 724 706,00
23/03/2008	8809,607	4 963 901,00
24/03/2008	9357,315	5 217 858,00
25/03/2008	9388,075	5 241 438,00
26/03/2008	8818,019	4 943 523,00
27/03/2008	12386,98	6 674 249,00
28/03/2008	10536,21	5 801 449,00
29/03/2008	11917,34	6 482 096,00
30/03/2008	10630,52	2 263 066,00
31/03/2008	2437,5	885 980,00

Comme déjà établi dans le chapitre.2 dans le but d'analyser les données du tableauIV.1, la représentation graphique par un nuage de point des y_i qui représentent les dépenses journalières (réparties sur l'axe des ordonnées) en fonction des x_i qui représentent la production journalière (répartie sur l'axe des abscisse) donne la figure suivant :

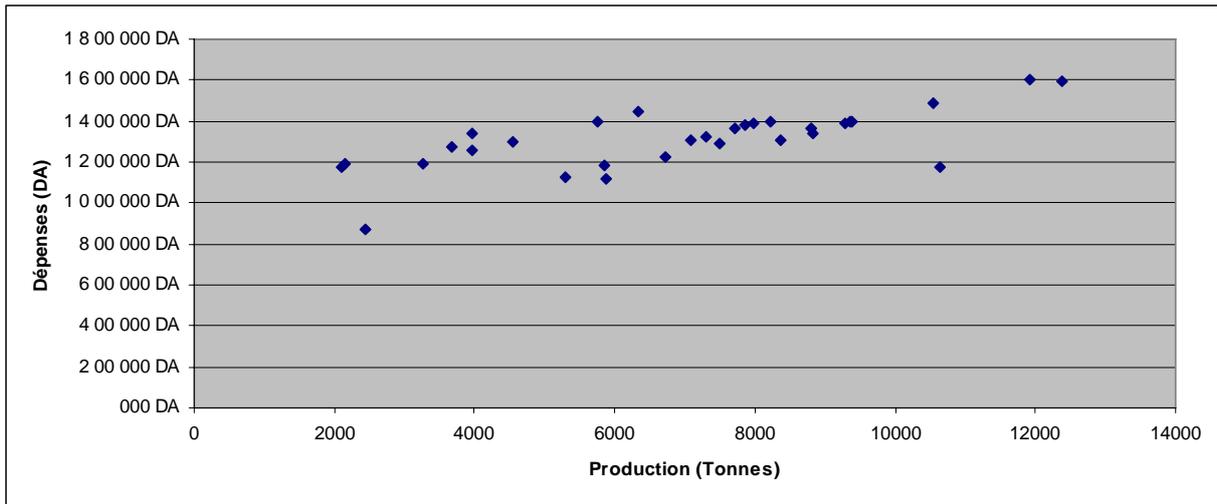


Figure IV.1 : Nuage de point de l'échantillon de la production et dépenses journalières du mois de Mars

Interprétation :

La représentation graphique des données du tableau IV.1 laisse voir que le nuage de point tend vers une croissance plus ou moins alignée qui correspondra à la croissance des dépenses représentées par les y_i en fonction de la production représentées par les x_i .

Cette représentation semble montrer qu'il existe une relation linéaire et positive entre les dépenses (y_i) et la production (x_i).

Pour vérifier cette déduction préliminaire et connaître le degré de liaison ou l'intensité linéaire de cette relation, nous allons tout d'abord calculer le coefficient de corrélation et ses tests d'hypothèses.

1.1) Mesure et analyse de la corrélation

a) calcul de (r):

L'intensité de la liaison linéaire (r) qui est la valeur estimée du coefficient de corrélation (ρ) pour un échantillon est calculée par la formule suivant :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\left(\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \right) \left(\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \right)}$$

L'application numérique à notre échantillon donnera le résultat suivant :

$$\begin{aligned} n &= 31 \\ \bar{x} &= 6937,83 \\ \bar{y} &= 1\,309\,539,45 \end{aligned}$$

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = 233061309,3$$

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = 626\,182\,435\,509,68$$

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = 8\,520\,423\,702,02$$

$$\mathbf{r = 0,71}$$

Interprétation :

$r > 0,6$; la corrélation est bonne par conséquent, l'intensité linéaire entre les dépenses et la production n'est pas négligeable.

b) Tests d'hypothèses:

Pour connaître le degré de signification de r on a recours à des tests d'hypothèses qui permettront d'affirmer ou pas que la valeur de r est statistiquement significative et ce avec un risque maîtrisé ($\alpha < 0,05$).

Hypothèses statistiques :

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho > 0$$

Seuil de signification

$$\alpha = 5\% \quad (0.05)$$

Calcul de t et r_c

Au seuil :

$\alpha = 5\%$, $\alpha/2 = 0.025$ et $t_{\alpha/2; n-2} = 2,045$ (voir la table de Student dans l'annexe Régression linéaire)

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = 5,36$$

$$r_c = \frac{t_{\alpha/2; n-2}}{\sqrt{(n-2) + t_{\alpha/2; n-2}^2}} = 0,35$$

Application des règles de décision :

En raison des résultats suivant :

$$|t| = 9,08 > t_{\alpha/2; n-2} = 2,045$$

$$r = 0,71 > r_c = 0,35$$

L'hypothèse H_0 est rejetée, le coefficient de corrélation (r) est significatif.

Conclusion :

Les d'éductions préliminaires sont vérifiées ; avec un degré de liaison acceptable ($r = 0,71$) la relation entre les dépenses et la production est de type linéaire et positive

2. Approche de la fonction de coûts par régression linéaire :

2.1) Détermination de l'équation estimée de la régression :

On cherche à prévoir la variable dépendante y par la variable indépendante x par la méthode de régression linéaire simple.

Les données de notre échantillon vont nous permettre d'estimer la droite de régression par la méthode des moindres carrés.

L'équation estimée de la régression dans le cadre d'une régression linéaire simple s'écrit :

$$\hat{y} = b_0 + b_1x$$

Avec

$$b_1 = \frac{\sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i) / n}{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 / n}$$

$$b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x}$$

n : le nombre d'échantillon ; $n=31$

x_i : La production journalière

y_i : Les coûts journaliers

\bar{x} : La moyenne des x_i

\bar{y} : La moyenne des y_i

L'application numérique donne les résultats suivants

$$\sum x_i = 215072,764$$

$$\sum y_i = 40\,595\,723,00$$

$$\sum x_i^2 = 1725199819$$

$$\sum x_i y_i = 290\,166\,693\,127,45$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = 6937,8311$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} = 1\,309\,539,45$$

Donc :

$$b_1 = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} = 36,56$$

$$\mathbf{b_1 = 36,56}$$

$$b_0 = \bar{y} - b_1\bar{x} = 1\,055\,901,21$$

$$b_0 = 1\,055\,901,21$$

Par conséquent, l'équation estimée de la régression s'écrira comme suit :

$$\hat{y} = 1055901,21 + 33,56 X$$

La représentation graphique de cette équation au milieu du nuage de points donne la droite de régression suivante :

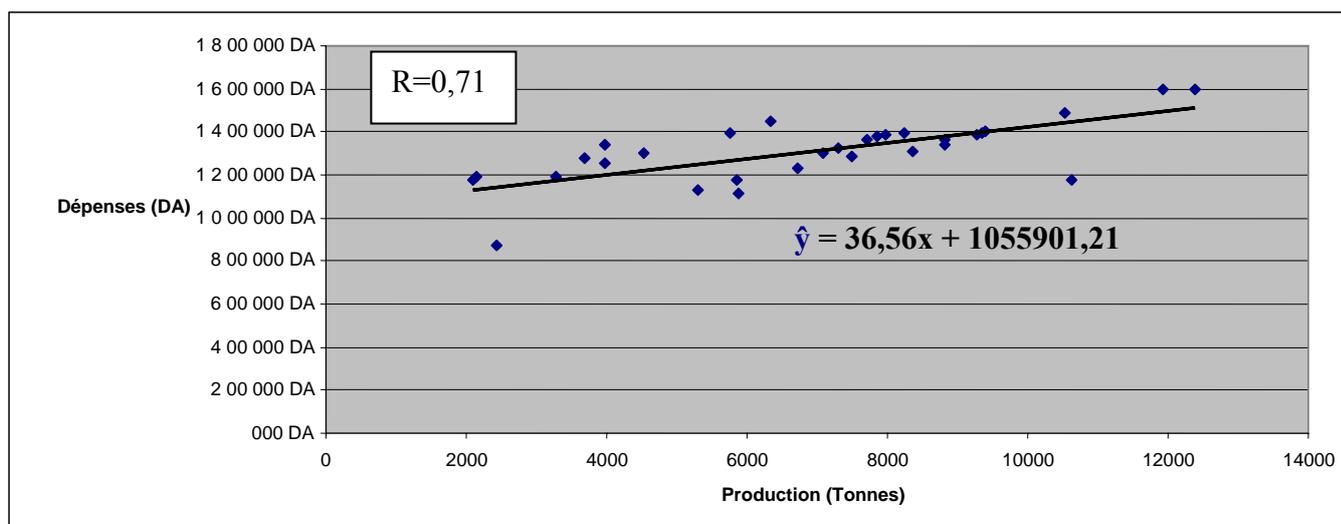


Figure IV.2 : Graphique de l'équation estimée de l'échantillon de la production et dépenses journalières du mois de Mars

Interprétation :

La représentation graphique de cette droite montre que la pente de l'équation estimée de la régression ($b_1=36,56$) est positive, impliquant que lorsque la production augmente, les dépenses augmentent également. Par exemple, nous pourrions conclure que l'augmentation de la production de 1000 Tonnes entraînera une augmentation de 1092461,2 DA.

Aussi, pour $x = 0$ on aura des dépenses $y = 1\,055\,901,21$, les dépenses dans ce cas représentent une estimation grossière du coût fixe.

Donc, on peut à l'aide de l'équation estimée, expliquer y en fonction de x , c'est pour cette raison d'ailleurs que la variable x est appelée variable indépendante ou explicative et la variable y variable dépendante ou expliquée.

Par conséquent, si on arrive à montrer que l'équation estimée des moindres carrés décrit correctement la relation entre x et y , il est serait raisonnable d'utiliser l'équation estimée de la régression pour prévoir la valeur de y pour une valeur donnée de x .

2.2) Taux de variation expliquée par l'équation estimée de régression :

Pour déterminer la relation linéaire entre la production et les dépenses de l'unité de KEDDRA, nous avons estimé l'équation de la régression suivante : $\hat{y} = 1055901,21 + 36,56 x$.

A présent la question est : dans quelle mesure l'équation estimée de la régression s'ajuste-t-elle aux données ?

Pour répondre à cette question nous allons tout d'abord calculer les sommes des carrés des écarts types, des écart types estimés, des écarts entre les valeurs réelles et estimées de y et déduire par la suite le coefficient de détermination (r^2)

a) Calcul des sommes carrés :

Le calcul des sommes carrés va nous permettre de connaître le taux de la variabilité expliquée par le modèle, le taux de variabilité inexpliquée par le modèle et ainsi de vérifier l'ajustement de l'équation estimée aux données de l'échantillon.

La variation totale de y:

$$SCT = \sum (y_i - \bar{y})^2 = 626\,182\,435\,509,68$$

La variation expliquée par le modèle:

$$SC_{\text{reg}} = \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2 = 3,11518E+11$$

La variation inexpliquée par le modèle:

$$SC_{\text{res}} = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 = 314\,686\,633\,713,78$$

SCT représente l'ajustement des observations autour de la droite \bar{y} .

SCres représente l'ajustement des observations autour de la droite \hat{y} est représenté 50% de la variation total de y (SCT).

SCreg représente la valeur de déviation des \hat{y}_i par rapport à la moyenne \bar{y} est ne représente que 50% de la variation total de y (SCT).

Le graphe suivant représente la droite de régression estimée : $\hat{y} = 1055901,21 + 36,56 x$, et la droite $\bar{y} = 1\,309\,539,45$

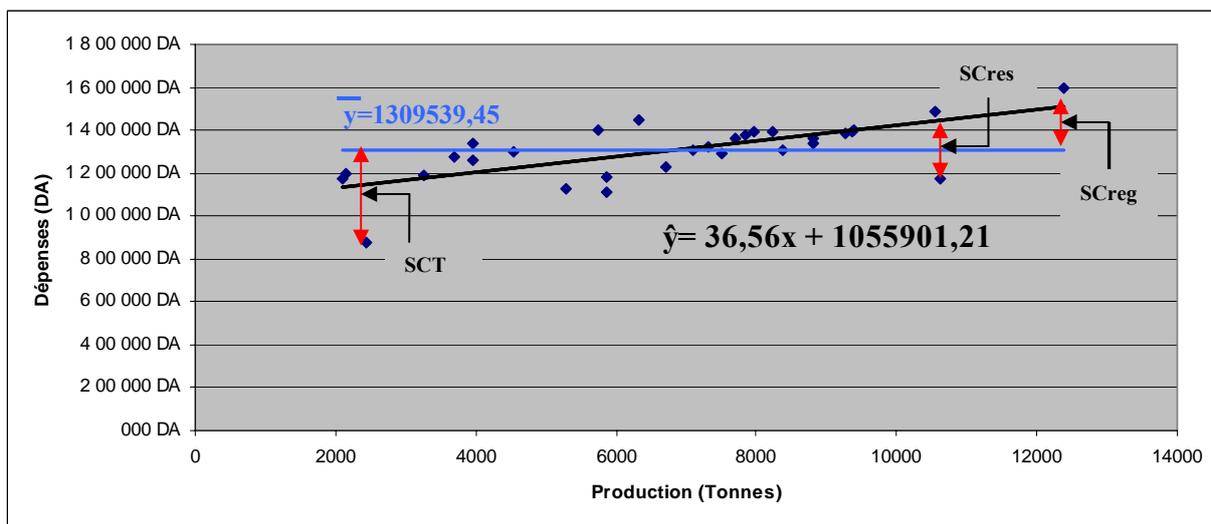


Figure IV.3 : Graphique représentatif de la répartition du nuage de points par rapport à l'équation estimée de la régression et la l'équation de la moyenne

Interprétation :

La figure III.3 représente la droite de régression estimée : $\hat{y} = 1055901,21 + 36,56 x$ et la droite correspondant à la moyenne $\bar{y} = 1\ 309\ 539,45$. Le graphique montre que les points sont plus regroupés autour de la droite de régression qu' autour de la droite moyenne c'est-à-dire qu' on utilisant la droite de la moyenne au lieu de la droite estimée de régression on aura une erreur beaucoup plus importante, mais qu' il existe notamment des points perturbateur éloignés de la droite estimée qui peuvent éventuellement faussés les calculs.

Le calcul du coefficient de détermination dans ce qui suit nous renseignera sur le pourcentage de la variation totale qui est expliquée par le modèle.

b) Le coefficient de détermination (r^2) :

$$r^2 = SC_{reg}/SCT = 0,5$$

Interprétation :

Le résultat obtenu permet de dire que 50% de la somme des carrés peut être expliquée en utilisant l'équation estimée de la régression: $\hat{y} = 1055901,21 + 36,56 x$ pour prévoir les dépenses par production. Une telle adéquation de l'équation estimée de la régression est moyenne.

c) tests de signification:

Afin d'établir les tests de signification de la relation entre x et y, on calculera en premier lieu l'erreur type de l'estimation, nous établirons par la suite les tests d'hypothèses sur les paramètres b_0 , b_1 .

-Estimation de la variance des erreurs (erreur type de l'estimation) :

$$s = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2}}$$

$$s = 104\,169,40$$

-tests d'hypothèses sur les paramètres du modèle:

Test sur la pente b_1 :

La statistique de test est égal à : $t = \frac{b_1}{s(b_1)}$

$$\text{Avec : } s^2(b_1) = \frac{s^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{ou} \quad s^2 = \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2} = \frac{SC_{res}}{n-2}$$

L'application numérique donne :

$$s^2 = 10\,851\,263\,231,51$$

$$s^2(b_1) = 46,56$$

$$t = 5,36$$

Intervalle de confiance pour b_1 :

Un intervalle de confiance au niveau $(1 - \alpha)$ pour le paramètre b_1 est défini par

$$b_1 - t_{\alpha/2; n-2} * s(b_1) \leq b_1 \leq b_1 + t_{\alpha/2; n-2} * s(b_1)$$

Avec :

$$t_{\alpha/2; n-2} = 2,045 \quad \text{et} \quad s(b_1) = 6,83$$

$$\text{On aura:} \quad 22,60 \leq b_1 \leq 50,51$$

Interprétation :

$$|t| = 5,36 > t_{\alpha/2; n-2} = 2,045$$

L'hypothèse H_0 est rejetée, on déduit que les preuves statistiques sont suffisantes pour conclure que b_1 est significatif, mais toute fois son intervalle de confiance à 95% est $36,56 \pm 13,95$.

Test sur l'ordonnée b_0 :

La statistique de test est égal à : $t = \frac{b_0}{s(b_0)}$

$$\text{Avec : } s^2(b_0) = \frac{s^2 \sum x_i^2}{n \sum (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{ou} \quad s^2 = \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2} = \frac{SC_{res}}{n-2}$$

L'application numérique donne :

$$s^2(b_0) = 2591121793$$

$$t = 20,74$$

Intervalle de confiance pour b0:

Un intervalle de confiance au niveau $(1 - \alpha)$ pour le paramètre b_0 est défini par

$$b_0 - t_{\alpha/2;n-2} * s(b_0) \leq b_0 \leq b_0 + t_{\alpha/2;n-2} * s(b_0)$$

Avec :

$$t_{\alpha/2;n-2} = 2,045 \quad \text{et} \quad s(b_0) = 49453,82$$

On aura: $951\,804,45 \leq b_0 \leq 1\,159\,997,97$

Interprétation :

$$|t| = 20,74 > t_{\alpha/2;n-2} = 2,045$$

L'hypothèse H_0 est rejetée, on déduit que les preuves statistiques sont suffisantes pour conclure b_1 est significatif mais son intervalle de confiance à 95% est $1\,055\,901,21 \pm 104\,096,7632$.

Remarque :

Nous remarquons dans les calculs précédents que même si les résultats des tests d'hypothèses sur la pente et l'ordonnée de la droite de régression sont significatifs, les intervalles de confiance des ces derniers sont assez larges, par conséquent leurs précisions diminues.

2.3) Estimation et prévention :

Il existe deux types d'estimation : l'estimation ponctuelle et l'estimation par intervalle de confiance.

a) Estimation ponctuelle :

L'équation estimée de la régression $\hat{y} = 1055901,21 + 36,56 x$ peut être utilisée pour effectuer des estimations ponctuelles sur la moyenne des dépenses y ou des prévisions sur la valeur d'une dépense y associés à une quantité particulière de production x .

En effet, en utilisant l'équation estimée de la régression $\hat{y} = 1055901,21 + 36,56 x$, nous voyons que pour $x = 1000$ Tonnes on a $\hat{y} = 1\,092\,461,2$ DA, ces dépenses peuvent être interprétées comme étant la moyenne des dépenses pour toutes les journées ou la quantité de production $x = 1000$ Tonnes, ou alors comme dépense particulière à une journée précise.

Les estimations ponctuelles ne fournissent donc aucune information sur la précision de l'estimation, contrairement aux estimations par intervalle.

b) Estimation par intervalle :

-Estimation par intervalle de confiance de la valeur moyenne de y :

$$\hat{Y}_p - t_{\alpha/2;n-2} * s(\hat{y}_p) \leq E(y_p) \leq \hat{y}_p + t_{\alpha/2;n-2} * s(\hat{y}_p)$$

Avec:

$$x_p = 6900 \text{ Tonnes}$$

$$\hat{y}_p = b_0 + b_1 x_p = 1\,055\,901,21 + 36,56 (6900) = 1\,308\,165,40$$

$$s(\hat{y}_p) = s \left(\frac{1}{n} + \frac{(x_p - \bar{x})^2}{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 / n} \right)^{1/2} = 3360,94$$

$$t_{\alpha/2; n-2} = 2,045$$

On aura

$$1\ 301\ 283,27 \leq E(y_p) \leq 1\ 315\ 029,52$$

Interprétation :

En DA, l'intervalle de confiance à 95% pour la moyenne des dépenses engendrées par une production de 6900 Tonnes est $1\ 308\ 156,40 \pm 6873,13$.
Par conséquent, l'estimation par intervalle de la moyenne des dépenses lorsque la production est de 6900 Tonnes va de 1 301 283,27 à 1 315 029,52 DA.

-Estimation par intervalle de prévision d'une valeur individuelle de y :

$$\hat{y}_p - t_{\alpha/2; n-2} * S_{ind} \leq \hat{y}_p \leq \hat{y}_p + t_{\alpha/2; n-2} * S_{ind}$$

Avec:

$$\hat{y}_p = b_0 + x_p b_1$$

$$S_{ind} = s \sqrt{\left[1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_h - \bar{x})^2}{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 / n} \right]} = 107530,34.$$

$$t_{\alpha/2; n-2} = 2,045$$

On aura

$$1\ 088\ 256,85 \leq \hat{y}_p \leq 1\ 528\ 055,94$$

Interprétation :

En DA, l'intervalle de prévision est le suivant [1 088 256,85, 1 528 055,94].

On remarque que l'intervalle de prévision d'une dépense individuelle est plus large que la moyenne des dépenses (17% de plus ou de moins de la dépense individuelle estimée contre 8% de plus ou de moins de la valeur de la dépense moyenne estimée). La différence reflète le fait que nous sommes capable d'estimer la moyenne de y de façon plus précise qu'une valeur individuelle de y.

Remarque:

Les estimations par intervalle de confiance et par intervalle de prévision sont plus précises lorsque la valeur de la variable indépendante est de $x_p = \bar{x}$.

3. Approche de la fonction du coût unitaire :

La fonction du coût unitaire peut être déduite des données utilisées pour la détermination de la fonction de coûts. Elle traduit le cout unitaire d'une tonne de production par la relation suivante :

$$P_i = y_i/x_i$$

Avec :

P_i : Le prix unitaire

y_i : Le coût de la production

x_i : La quantité de la production

Pour définir le type de relation qui lie le coût unitaire à la quantité de production, la meilleure solution est la représentation graphique de l'équation $P_i = y_i/x_i$ à partir des données du tableau suivant :

Tableau IV.2: Données sur l'échantillon de la production et prix de revient unitaire journaliers du mois de Mars

Jour	Production (x)	Prix de revient unitaire (DA)
01/03/2008	2146,92	556,58
02/03/2008	2095,924	560,07
03/03/2008	3687,291	345,99
04/03/2008	3968,403	336,95
05/03/2008	4534,413	287,14
06/03/2008	3968,403	316,64
07/03/2008	3270,663	363,65
08/03/2008	6327,103	228,75
09/03/2008	5748,233	243,08
10/03/2008	5297,293	212,93
11/03/2008	6713,013	183,03
12/03/2008	5854,093	201,64
13/03/2008	7502,503	171,59
14/03/2008	7310,263	180,70
15/03/2008	8228,933	169,41
16/03/2008	7971,847	174,27
17/03/2008	7084,964	183,94
18/03/2008	7708,347	176,62
19/03/2008	7855,117	175,63
20/03/2008	5869,677	189,82
21/03/2008	9274,558	149,57
22/03/2008	8373,237	156,24
23/03/2008	8809,607	154,97
24/03/2008	9357,315	148,94
25/03/2008	9388,075	149,21
26/03/2008	8818,019	152,10
27/03/2008	12386,98	128,99
28/03/2008	10536,21	141,28
29/03/2008	11917,34	134,22
30/03/2008	10630,52	110,78
31/03/2008	2437,5	358,26

Le graphique qui suit correspond au nuage de point obtenu avec les données du tableau VI.2 est représenté comme suit

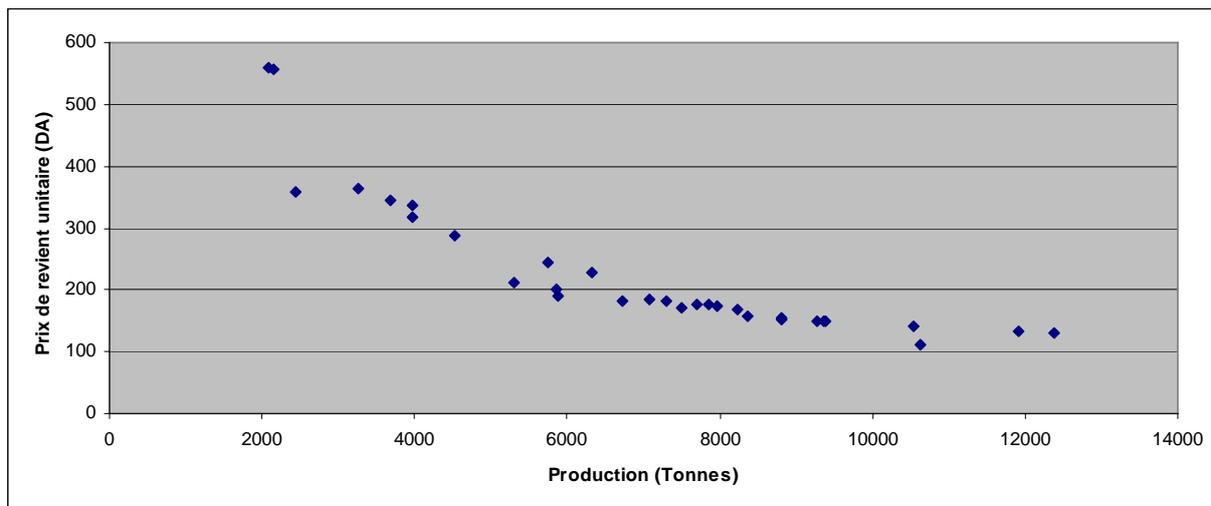


Figure IV.4 : Nuage de point de l'échantillon de la production et prix de revient unitaire du mois de Mars

Interprétation :

D'après la répartition du nuage de points, les fonctions les plus probables préalablement semble être la fonction exponentielle ou puissance.

Le tracé des courbes de tendance dans les deux cas donne les graphiques suivants :

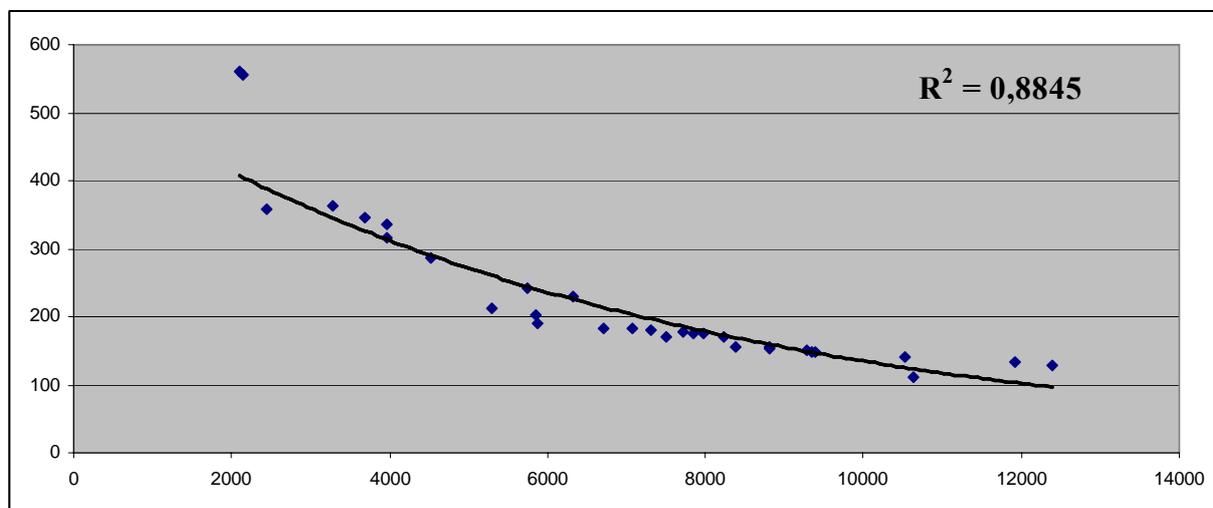


Figure IV.5: Courbe de tendance de la fonction «exponentielle» de l'échantillon de la production et prix de revient unitaire journaliers du mois de Mars

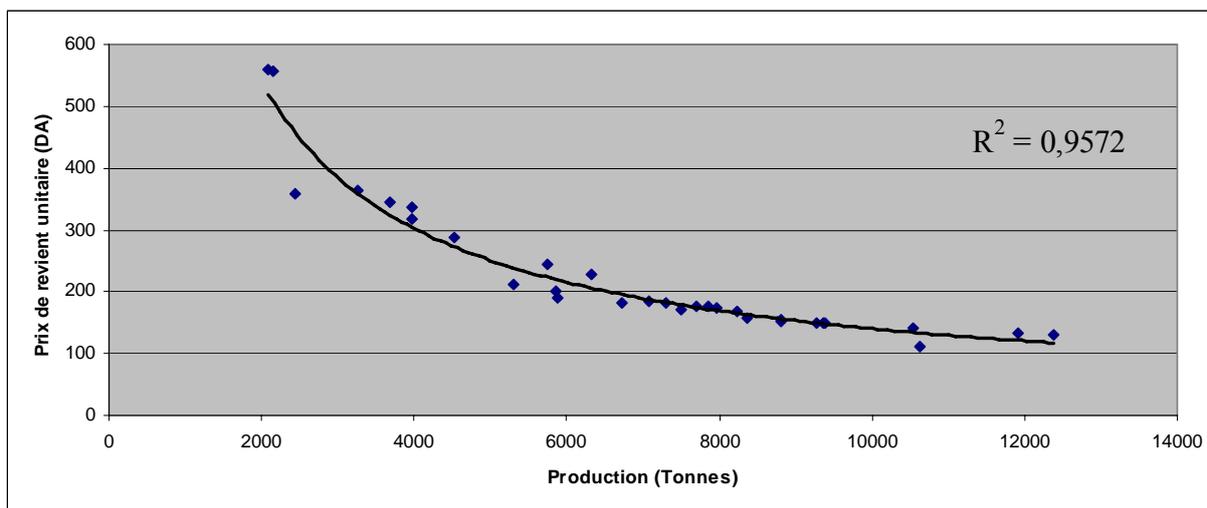


Figure IV.6: Courbe de tendance de la fonction « Puissance » de l'échantillon de la production et prix de revient unitaire journaliers du mois de Mars

Interprétation :

r^2 (puissance) > r^2 (exponentielle)

La comparaison entre les coefficients de détermination des deux graphes montre que la fonction qui représente le mieux notre nuage de point qui traduit la variation du coût unitaire en fonction de la quantité de production est une fonction puissance.

En posant $z = at + b$, équation de la droite d'ajustement cela signifie que $\ln(\hat{p}_i) = a \ln(x) + b$.

Il existe donc une relation en puissance entre \hat{p} et x de la forme suivante:

$$\hat{p} = e^z = e^b x^a = k x^a$$

Avec :

$$a = \frac{\sum (t_i - \bar{t})(z_i - \bar{z})}{\sum (t_i - \bar{t})^2}$$

$$k = \frac{\exp(\bar{z})}{\exp(a\bar{t})} \quad (\text{exp} = \text{exponentielle} = e = 2,718)$$

$$t_i = \ln(x_i)$$

$$z_i = \ln(\hat{p}_i)$$

\bar{t} : La moyenne des t_i ($\ln(x_i)$)

x_i : La quantité de production de la journée i

\bar{z} : La moyenne des z_i ($\ln(\hat{p}_i)$)

\hat{p}_i : Le prix de revient de la tonne correspondant à la quantité x_i

Détermination de la fonction du coût unitaire :

Calcul des coefficients de l'équation :

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n \ln(x_i)}{n} = 8,75$$

$$\bar{z} = \frac{\sum_{i=1}^n z_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n \ln(p_i)}{n} = 5,33$$

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})(z_i - \bar{z})}{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2} = -0,8375$$

$$k = \frac{\exp(\bar{z})}{\exp(a\bar{t})} = 314075,24$$

L'équation représentative du coût unitaire en fonction de la production est déterminée comme suit :

$$\hat{p}_i = 314075,24 * X_i^{-0,8375}$$

La fonction du coût unitaire est représentée dans la figure suivante :

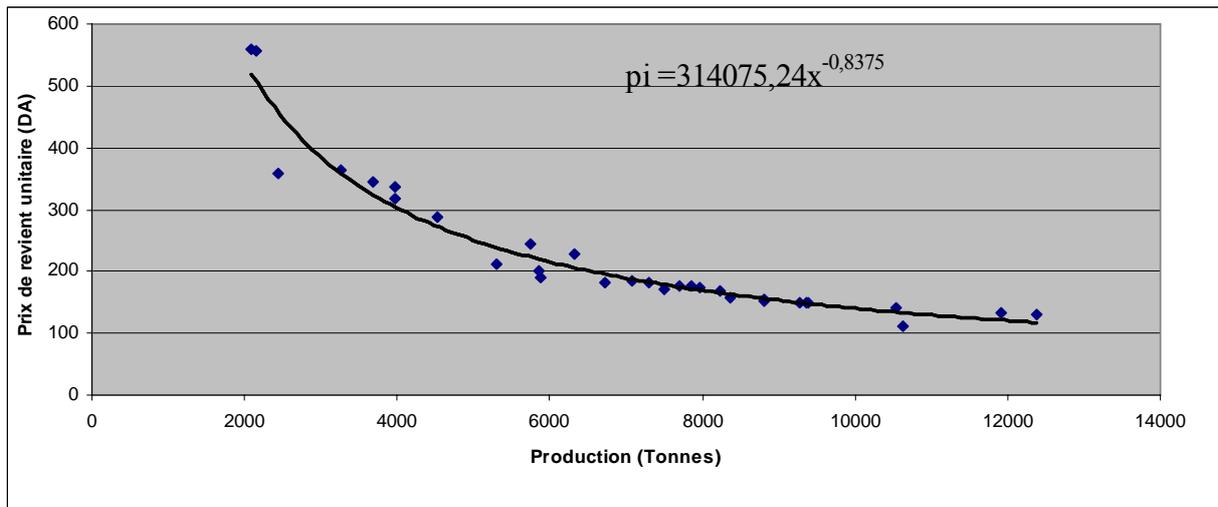


Figure IV.6: Courbe de la fonction unitaire de l'échantillon de la production et prix de revient unitaire journaliers du mois de Mars

Analyse de la fonction du coût unitaire de la tonne:

La fonction du coût unitaire de la tonne est définie comme étant le rapport du coût total par la production, est qui peut être également considéré comme le coût total moyen (CMT) de la production.

Plus la quantité de la production est importante et plus le prix de revient correspondant diminue, et inversement. En effet, les économies d'échelle concernant les entreprises qui dispose d'un coût fixe importants comme il en est pour les entreprises extractives, font qu'il y est un rabais sur les grandes quantités et une rationalisation de la production. La répartition du coût fixe sur une quantité de production plus grande le rapport (CF/Q) devient moins important et donne un coût de revient total plus faible -le coût variable est proportionnel à la production- (CTM = CF/Q + CV/Q).

Pour $x = 0$, bien que la fonction $\hat{p}_i = 314075,24 * X_i^{-0,8375}$ donne un prix de revient infini. En réalité une quantité de production nulle correspond à un prix de revient égal au coût fixe, c'est-à-dire au coefficient b_0 de la fonction de coûts ($b_0 = 1055901,21$), ce coût représente le prix de revient unitaire maximal.

Conclusion : [27]

Dans ce chapitre nous avons approché la fonction de coût d'une carrière de calcaire, dans le but d'observer l'évolution des dépenses en fonction de la production.

En posant comme hypothèse préliminaire la linéarité de la variation des dépenses par rapport à la production, nous sommes arrivés à des résultats qui démontre effectivement l'existence d'une relation linéaire mais qui laisse perplexes quant aux estimations par intervalles de confiances.

Etant qu'un simple outil d'aide à la décision, les résultats obtenus par cette méthode doivent être relativisés, l'évaluation d'une décision d'augmentation de production peut être faite également par les critères d'évaluation suivants :

- la V.A.N (Valeur actuelle nette) : permet de mesurer le gains moyen du projet.
- le I.F (Indice de profitabilité) : permet de mesurer l'avantage absolu d'un projet.
- Le D.R (Délai de récupération) : permet de considérer les risques du projet.
- Le T.I.R (Taux interne de rentabilité)

La méthode de la régression linéaire a donné jusqu'à présent des résultats satisfaisants pour deux carrières de calcaire. Effectivement, les deux coefficients de corrélation calculés ont prouvés l'existence d'une linéarité entre les dépenses et la production des deux carrières, néanmoins l'intensité linéaire est différente ($r = 0,99$ pour la carrière de calcaire de Meftah contre $r = 0,71$ pour la carrière d'agrégats de Kéddara) et le pourcentage des variations expliquées par la droite de la régression linéaire également ($r^2 = 0,98$ pour la carrière de calcaire de Meftah contre $r^2 = 0,5$ pour la carrière d'agrégats de Kéddara).

Ces résultats poussent à l'exploration et la recherche d'un d'autre méthodes et critères pouvant expliqués la variation des dépenses en fonction de la production.

L'évaluation de la fonction de coûts passe obligatoirement par la synthèse des dépenses et des données, tâche difficile en raison de la diversité des dépenses et de la variétés des données, pour faciliter le travail et gagné du temps, une application qui permet de synthétiser les données serait utile.

Le chapitre V abordera les étapes de la conception d'une application permettant le tri et la synthèse des données dans le but de déterminer la fonction de coûts et de calculer le coefficient de corrélation.

**Chapitre V. Description de la conception de
l'application Access**

1. INTRODUCTION : [29], [30]

Le travail que nous avons effectué jusqu'à présent repose sur des données récoltées, triées et synthétisées dans des tableaux Excel, Le coût global est obtenu par sommation et la courbe de la fonction de coûts par application sur Excel.

Mais le travail des entreprises nécessite un suivi continu des dépenses et de la production pour l'évaluation, la prévision et la prise de décisions. Une gestion informatisée des données réelles de l'entreprise est utile, cette gestion peut se faire à l'aide d'un système de gestion de bases de données (SGBD) qui constitue l'un des outils fondamentaux de développement des applications informatiques, il est constitué d'un ensemble de logiciels systèmes qui permet à l'utilisateur d'effectuer une consultation, une saisie ou bien une mise à jour, la modification et la recherche efficace des données spécifiques, la sauvegarde, l'interrogation, la recherche et la mise en forme de données stockées. Tout en s'assurant des droits accordés à ces derniers. Cela est d'autant plus utile que les données informatiques sont de plus en plus nombreuses. L'avantage majeur de l'utilisation de bases de données est la possibilité d'y accéder simultanément par plusieurs utilisateurs.

Ses fonctions premières sont complétées par des fonctions plus complexes, destinées par exemple à assurer le partage des données et à protéger les données contre tout incident et à obtenir des performances acceptables.

Les données modélisées qui constituent une base de données traduisent des informations du monde réel et servent de support à une application informatique.

Dans ce chapitre, nous allons décrire la conception de la base de données créée dans le but de stocker les dépenses et la production des entreprises extractive à ciel ouvert afin d'établir leur fonction de coûts.

2. DESCRIPTION DES ETAPES DE LA CONCEPTION DE LA BASE DE DONNEES :

2.1. Définition du projet :

Cette application sera réalisée à partir de Microsoft Access et va nous permettre en premier lieu de stocker des données relatives aux gisements, les données d'exploitation (type, phase, méthode d'abatage....etc.), la saisie du travail journalier effectué et de son coût (le volume chargé, le volume produit et les dépenses qui l'accompagne).

Elle permettra également :

- La recherche et la modification des caractéristiques d'un gisement et son type d'exploitation
- La vérification, la modification et la mise à jour des données.
- La modification des coûts unitaires des consommables en cas de changement de prix, la saisie des nouvelles entrées en stock des consommables.
- La saisie des engins nouveaux (caractéristiques et frais).
- L'obtention de la consommation en consommables (lubrifiants, graisses et pièces de rechanges) et en gasoil à une période déclarée.
- L'affichage des journées de tir et les frais engendrés par ces dernières.
- Le tableau global des dépenses et de la production journalière.
- L'obtention de la moyenne de production des dépenses à une période déclarée.

-La visualisation du développement des dépenses par rapport à la production, c'est-à-dire de la fonction de coût d'une entreprise donnée, pour un gisement donnée à une période déclarée.

2.2. Définition des besoins (Récolte de l'information) : [30]

L'analyse des informations récoltées pour les besoins du logiciel qu'on veut concevoir est nécessaire pour l'optimisation de l'approche dans l'utilisation de l'application.

Le diagramme des flux est un diagramme qui montre le chemin que prend l'information de l'origine de sa récolte (flux entrant) à son traitement (flux sortant).

Le flux entrant : dans le but de réunir toutes les dépenses journalière de l'entreprise, nous nous sommes approchés des services suivant :

-« Service comptabilité » : pour récolter, les frais d'acquisition, la durée de vie et les charges financières des engins de production ainsi que les taxes et le coût de location horaire des engins privés.

-« Bureau des méthodes » : pour obtenir les bons de sortie du magasin pour quantifier les pièces de rechange consommées quotidiennement.

-« Service de maintenance Parc roulant » : pour obtenir les consommations journalières des engins de production en consommables qui sont rapportés dans des rapports journaliers de préparation et entretien, et aussi la consommation en gasoil qui est rapportée dans des rapports de consommation du carburant.

-« Service d'exploitation » : pour obtenir les volumes chargés quotidiennement et les coûts de minage.

-« Service de traitement » : pour obtenir le volume de production journalière, la valeur marchande des différentes fractions, la consommation électrique et le coût de la maintenance des installations fixes.

-« Chef du personnel » : pour obtenir la masse salariale.

Le flux sortant : la répartition des coûts récoltés se fera suite à une analyse qui tentera de regrouper les coûts de la manière la plus simple et efficace, pour une saisie facile et un résultat rapide.

Une fois le schéma logique obtenu la saisie peut être effectuée, puis vient l'étape de traitement qui est l'aboutissement du projet et qui offre la possibilité de faire de multiples actions, et l'élaboration de la fonction de coût notamment.

L'organisation des données s'est faite comme suit :

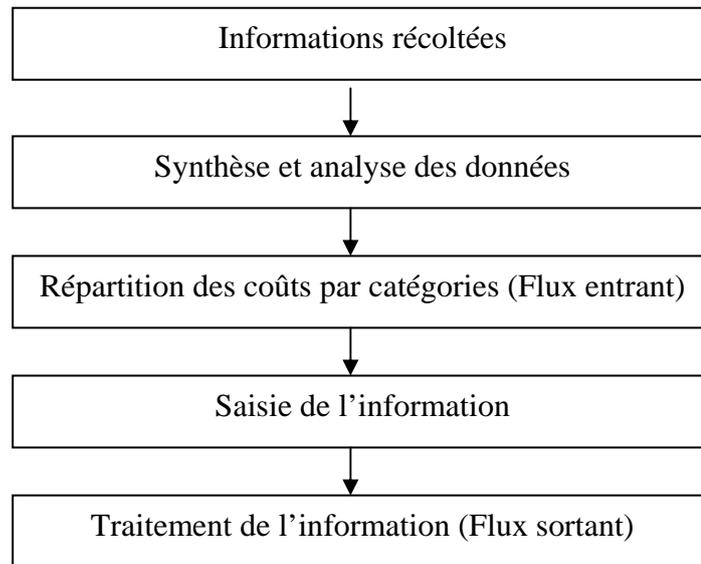


Figure V.1 : Organigramme des données obtenues.

2.3. Conception de la base de données :

Une entreprise extractive repose sur l'exploitation d'un gisement donné, sa production engendre des dépenses qui sont liées aux travaux effectués ; l'abatage, le chargement, le transport et le traitement.

Les dépenses peuvent être réparties grossièrement sur les engins et leurs consommations, les coûts de minage et le travail des ouvriers et les dépenses diverses.

En partant de ce principe, notre base de données prendra compte de ce qui suit :

- ***Les informations liées aux gisements en exploitation :***

Cette section comportera :

- Le nom du gisement.
- la wilaya du gisement.
- Le minerai exploité.
- Des données sur la géologie et la tectonique du gisement.
- Les coordonnées du gisement.

- ***La phase d'exploitation du gisement :***

Cette partie contient :

- Le type d'exploitation du gisement.
- La phase d'exploitation.
- La méthode d'abatage.
- L'indice de découverte.
- Des informations sur les gradins stériles et les gradins en production (hauteur, largeur, angle d'inclinaison...).

- **Les travaux journaliers effectués :**

Les travaux journaliers aboutissent à une production et à un total de dépenses qui est relié au travail de l'effectif, la consommation en énergie, en divers, les taxes...etc.

C'est pourquoi cette section va contenir :

- La date.
- Le volume chargé (en tonnes).
- Le volume produit (en tonnes et mètre cube).
- La valeur marchande de la production journalière (en DA).
- Le chiffre d'affaire imposable (70% de la valeur marchande imposé par la loi minière pour le calcul des taxes sur la redevance d'extraction).
- Le calcul de la taxe de la redevance d'extraction.
- Le calcul de la taxe sur l'environnement.
- Le montant journalier de la consommation électrique.
- Le montant journalier des divers.
- Le montant journalier de l'entretien curatif des installations fixes.
- Les frais du personnel.

- **La consommation journalière des engins utilisés :**

Cette partie concerne les engins de production et leurs consommations journalières, elle comprendra :

- La date.
- La mention des engins de production (dans une liste déroulante).
- La mention des informations liés aux engins loués et le calcul du coût de location journalier.
- La consommation en consommable de chaque engin (lubrifiants, graisses et pièces de rechange).
- La consommation en gasoil des engins utilisés.

- **Les coûts de minage :**

Les coûts de minage pour une date précise vont comprendre deux parties :

- le coût des accessoires (fil de tir, cordeau détonant, détonateurs DMR, DMI) et les prestation de transport (véhicule des accessoires, et camion des explosifs)
- le coût des explosifs utilisés.

*Pour la consommation des engins utilisés, les accessoires, les explosifs, le coût est obtenu à partir d'un paramétrage, cette manière de faire permet de ramener le coût correspondant et calculer le montant relatif aux consommations de minage.

Une fois structurée, la base de données peut stocker les informations (dans les tables correspondant aux sections déclarées ci-dessus) et par la suite servir de support à des applications informatiques.

2.4. Objets et étapes de l'application Microsoft Access :

Dans ce qui suit nous allons décrire les étapes qui nous ont mené à l'application finale sur Access, les objets utilisés et les relations établies.

La conception d'une base de données passe obligatoirement par la création de tables qui serviront à stocker des données structurées appelées enregistrements, chaque enregistrement se compose d'un ensemble d'informations élémentaires appelées champs qui sont défini par leurs nom et type.

Les tables peuvent être reliées entre elles par deux champs de même type (numérique, zone de texte...etc.) ; la table qu'on relie est appelée table primaire ou principale, la table reliée est appelée table auxiliaire.

Les tables serviront par la suite à la création de formulaires et de requêtes.

a) les tables utilisé dans l'application :

Les tables utilisées pour la réalisation de notre application et leurs codes respectifs sont mentionnées dans le tableau V.1.

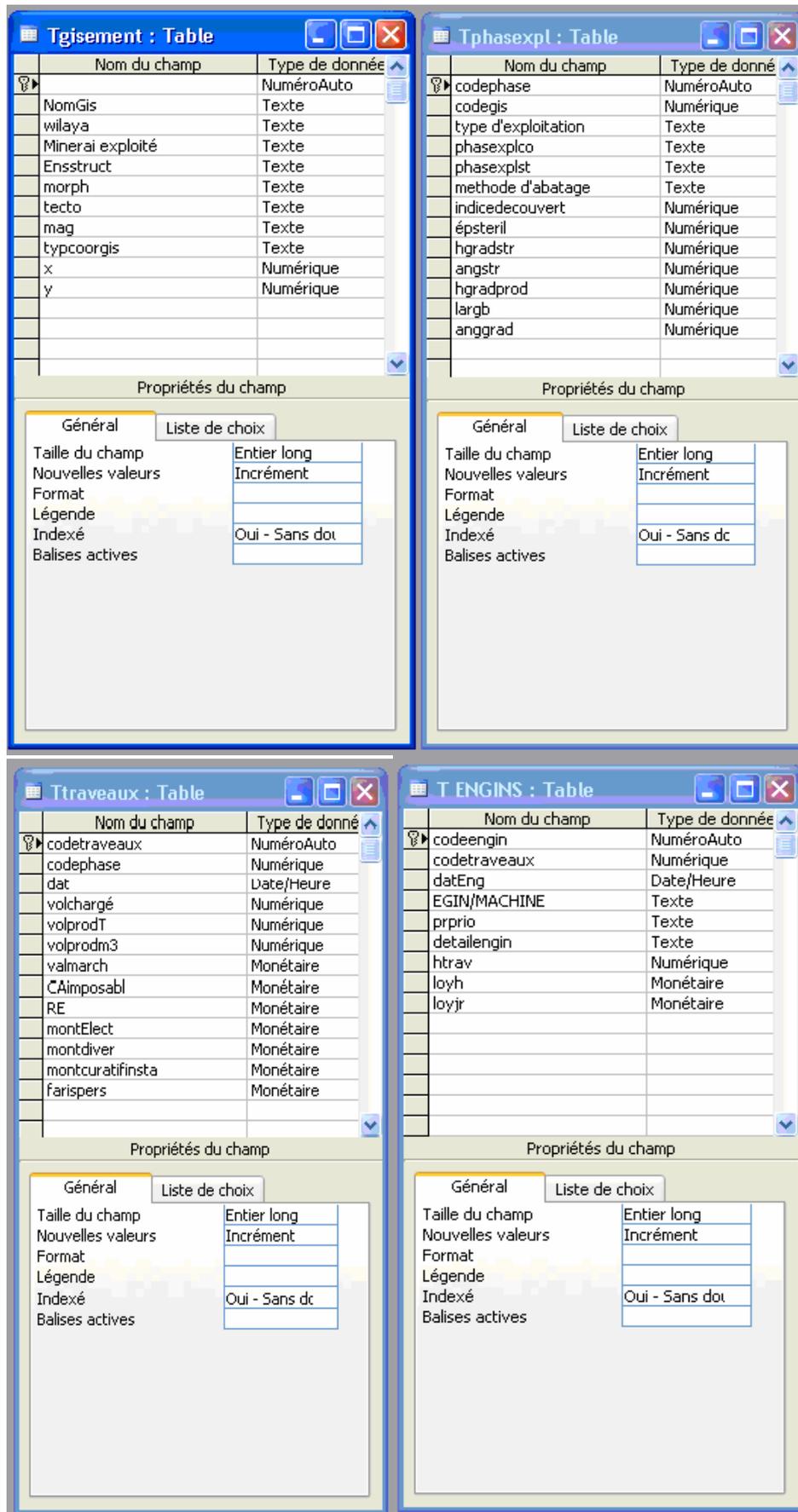
Tableau V.1 : Ensemble des tables de l'application Access.

Table	Nom de la table	Nom de la clé primaire	Type de relation
Table gisement	Tgisement	codegis	1 : n
Table phase d'exploitation	Tphasexpl	codephase	1 : n
Table travaux	Ttravaux	codetravaux	1 : n
Table engins utilisés	T ENGINES	codeengin	1 : n
Table consommable	tabpdr	codepdr	1 :1
Table gasoil	Tgasoil	codegasoil	1 :1
Table accessoires	T ACCESSOIRES	codeaccess	1 : n
Table explosifs	T EXPLOSIFS	codeexpl	1 :1
Table plan de tir	T tir	codetir	Pas de relation
Table de paramétrage du carburant	T paramétrage carburant	codeparcarbur	Pas de relation
Table de paramétrage des explosifs	T paraexplo	codeparaexplo	Pas de relation
Table de paramétrage des accessoires	T para Access	codeparaaccess	Pas de relation

1 :1 : désigne une relation un à un, c'est-à-dire que l'enregistrement de la table principale correspond au maximum à un seul enregistrement de la table liée et inversement, c'est le cas du gasoil qui est relié aux engins par un seul enregistrement et des explosifs aux accessoires.

1 : n : désigne une relation un à plusieurs, c'est-à-dire qu'un enregistrement de cette table est lié à plusieurs enregistrements de la table liée, et c'est effectivement le cas des tables mentionnées dans le tableau V.1 ; un gisement peut connaître différentes phases d'exploitation, une phase d'exploitation connaît différents travaux, les travaux nécessitent des engins et des explosifs, les engins fonctionnent grâce au gasoil et aux consommables.

Les tables principales sont affichées dans la figure V.2.



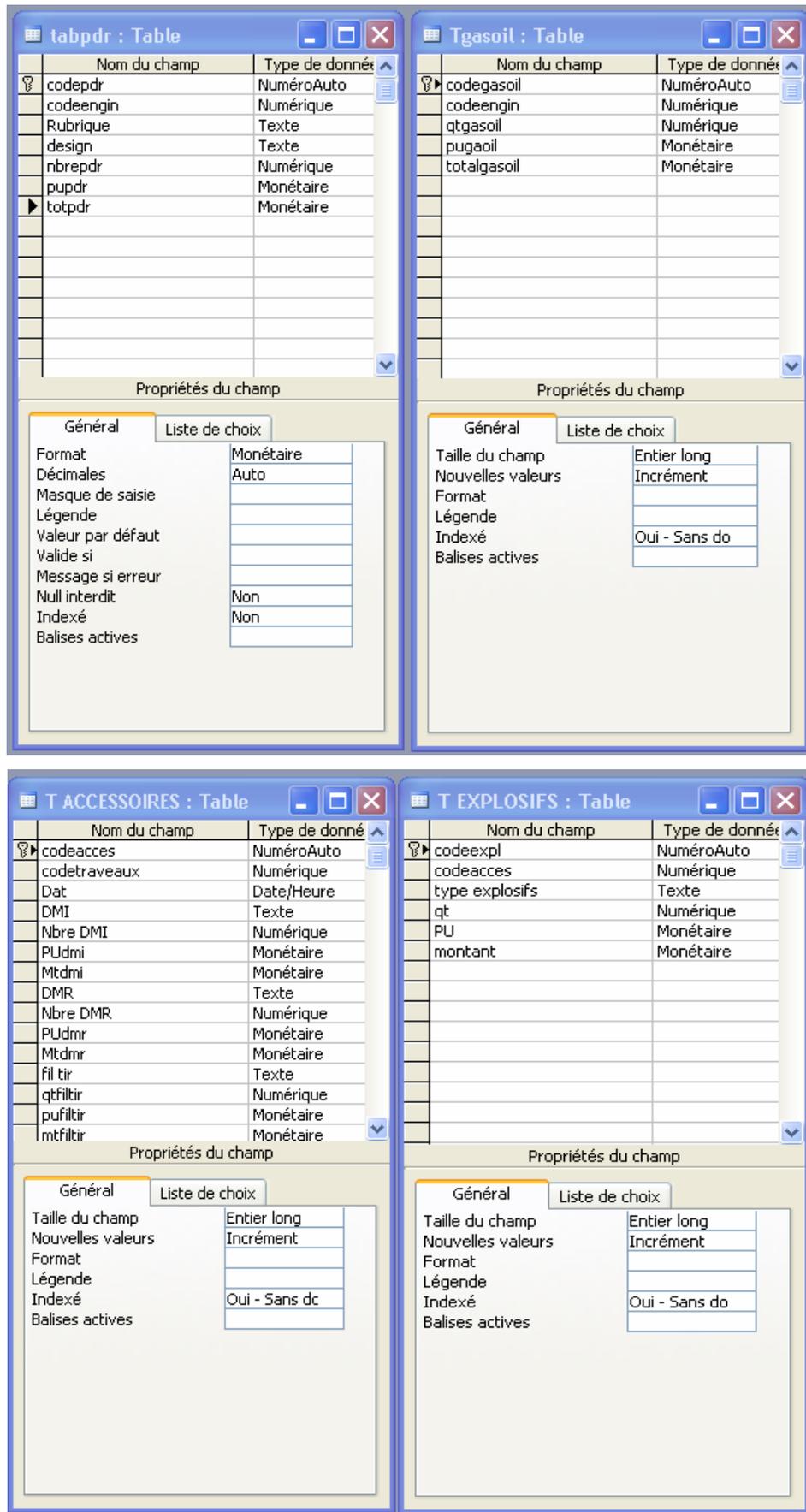


Figure V.2 : Ensemble des principales tables de l'application Access.

Les relations entre les tables sont résumées dans le modèle conceptuel suivant :

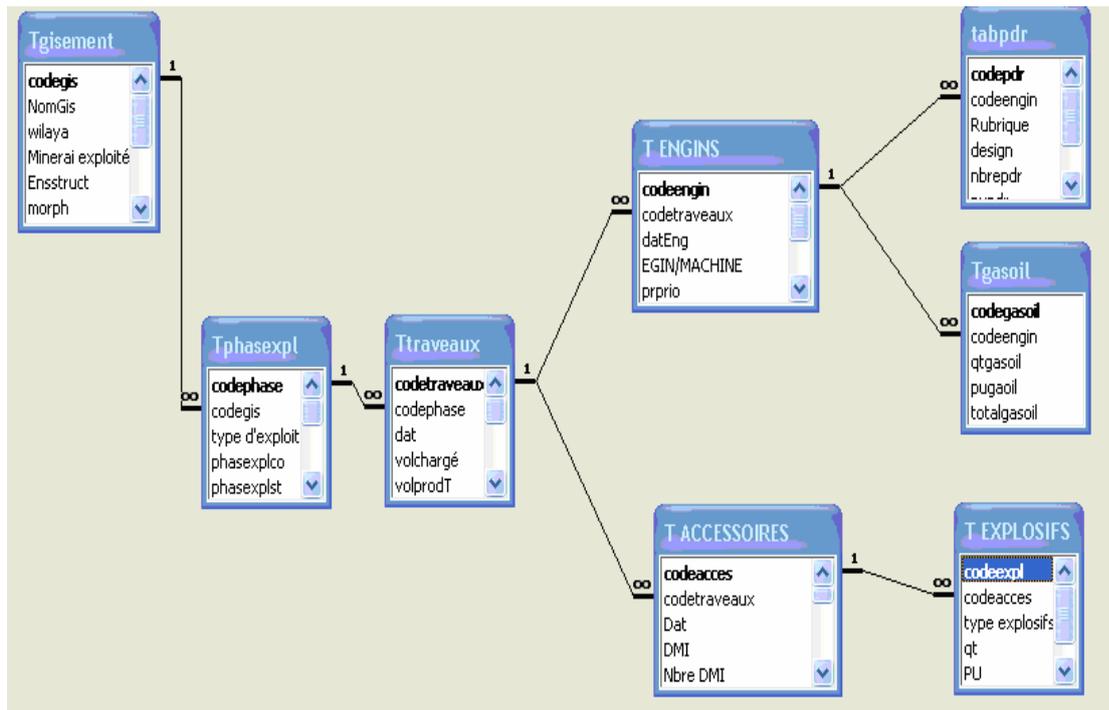


Figure V.3 : Modèle conceptuel sur Access.

Remarque :

Des tables supplémentaires ont été créées pour le paramétrage, nous les verrons plus en détail dans la partie paramétrage.

b) les formulaires utilisés dans l'application :

Les formulaires sont définis comme étant des interfaces graphiques qui facilitent l'affichage des données de tables ou requêtes et rendent la saisie plus agréable.

Pour simplifier l'application et gagner en espace et en temps nous avons créé les formulaires et sous formulaires résumés dans le tableau V.2.

Tableau V.2 : Ensemble des formulaires de l'application Access.

Formulaire	Nom du formulaire	Basé sur
Gisement	Fgisement	Tgisement
Phase d'exploitation	Tphasexpl	Tphasexpl
Travaux	Ftravaux	Ttravaux
Engins utilisés	FENGINS	T ENGINS
Saisie des consommables	tabpdr	Tabpdr/parametreconsommables
Gasoil	sfTgasoil	Tgasoil
Accessoires	F ACCESSOIRES	T ACCESSOIRES
Explosifs	F EXPLOSIFS	T EXPLOSIFS
Consultation consommables	RPDR (période)	RPDR (période)
Consultation gasoil	Rgasoil(période)	Rgasoil(période)
Production et dépenses moyennes	production/dépenses moyenne	production/dépenses moyenne
Paramétrage des explosifs	paramétrage explosif	T paraexplo
Paramétrage des consommables	paramétrage consommable	Paramètre consommable
Paramétrage du carburant	paramétrage carburant	T paramétrage carburant
Paramétrage des accessoires	Paramétrage Accessoires	T paraaccess
Consultation du coût de minage	Minage par date	Minage par date
Saisie de la liste des engins	Liste engins	Liste engins
Plan de tir	Ftir	Ttir
Equation de la fonction de coût		
Graphe de la fonction de coût	Formulaire 4	Microsoft graphe/données Tabfinal

Remarque :

-Le formulaire explosifs est un sous formulaire du formulaire accessoires, au quel on accèdera par clic sur un bouton de commande, un autre bouton permettra de retourner au formulaire accessoires.

-le formulaire gasoil et consommables sont des sous formulaires du formulaire « Engins utilisés », leurs accès se fait par boutons de commandes.

-le formulaire travaux comprendra trois boutons de commande, un bouton pour accéder au formulaire accessoires (qui est un sous formulaire du formulaire travaux), un deuxième pour afficher le formulaire engins et un bouton de retour au formulaire travaux.

c) les requêtes utilisées dans l'application :

Pour filtrer et extraire les données nécessaires pour telle ou telle action, nous aurons besoin de requêtes qui permettront l'extraction de l'information d'une table ou de plusieurs tables à conditions qu'elles soient liées entre elles.

Les requêtes que nous avons utilisées pour les besoins de notre application permettent de filtrer, de calculer et de synthétiser les données par rapport à une période prédéterminée.

En effet, la prise de connaissance de la consommation des engins en consommables ou en gazoil, des coûts de minage ou alors de la moyenne des dépenses totales et de la production sera possible grâce à des requêtes qui vont relier les tables nécessaires par champ de « date » et permettre le filtrage des données.

La période est fixée par date de début et de fin à partir d'un formulaire qui activera la requête par exécution de son bouton de commande.

Le calcul du coefficient de corrélation et de l'ordonnée à l'origine et la pente de l'équation de la régression linéaire se fera grâce à des requêtes de calcul sur les quelles nous allons répartir les opérations pour arriver au résultat final voulu.

Les requêtes principales de ce logiciel sont :

Tableau V.3 : Ensemble des requêtes de l'application Access.

Requête	But de la requête
Rprod	Affiche la production journalière en tonnes.
RRtrav	Calcul le total des dépenses qui sont saisies dans le formulaire travaux par date.
RFAccess	Calcul le montant total dépenser en accessoires par date.
RCoutExplo	Calcul le montant total dépenser en explosifs par date.
Rcoutdemin	Calcul le montant total dépenser en explosifs et accessoires par date.
RCoutPDR	Calcul le montant total des consommables par date.
RCoutGasoil	Calcul le montant total de la consommation en gasoil par date.
Rcalculcoefrepartition	Calcul le coefficient de répartition pour le minage et les consommables.
Rcoutrepartis(min+cons)	Calcul le coût de minage et de consommables répartis.
RLocation	Calcul des dépenses en location d'engins par date.
RGLOBALE	Affiche les différentes dépenses et leur montant global pour sans spécifier la période.
RTabFinal	Affiche la production et le global des dépenses par date.
Production/dépense moyenne	Affiche la production et les dépenses moyennes pour une période.
Rcalcul(r,a)	Calcul le coefficient de corrélation et la pente de l'équation de régression.
Rcalcul(b)	Calcul l'ordonnée à l'origine de l'équation estimée par régression linéaire.
RDatecalcul	Permet de spécifier la période.
RCalcul(r,a,b)	Calcul le coefficient de corrélation et la pente et l'ordonnée de l'équation de la fonction de coût

d) les macros utilisées dans l'application :

Pour un enchaînement automatique des opérations répétitives et l'amélioration des performances de notre application, nous avons eu recours aux macros qui dans notre cas concernent en majeure partie des programmes d'ouverture de formulaires.

e) les modules utilisés dans l'application :

Pour établir des tâches complexes ou non réalisables par macros on a recours aux modules qui grâce à la programmation utilisée en langage Visual Basic permettent d'accomplir plus de tâches.

Dans notre application on a recours à un module qui permet d'afficher l'équation finale de la régression linéaire et un module qui gère les codes des formulaires pour conserver les relations entre ces derniers.

f) Les boîtes des messages d'erreur :

Dans le but d'avertir l'utilisateur du logiciel des erreurs éventuelles qu'il pourrait commettre, quelques messages d'erreurs ont été conçus à cet effet.

Parmi elles on retrouvera les boîtes suivantes :

- A la sortie d'un enregistrement vierge :



- Lors de l'utilisation de précédent dans le premier enregistrement :



- Dans le cas ou une action obligatoire n'est pas effectuée :

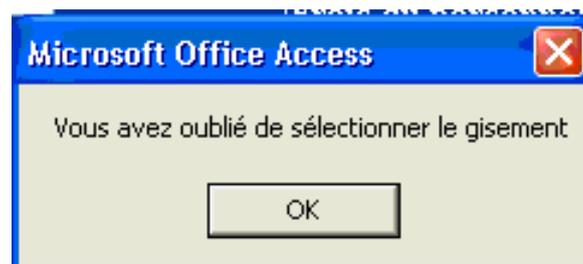


Figure V.4: Apparence des boîtes de message.

g) la barre de menu principal :

Une fois conçue, la base de donnée doit prendre une forme simplifier d'accès facile et rapide à toutes les commandes qu'elle propose, à cet effet nous avons crée une barre de menu général qui regroupe toutes les commandes de l'application.



Figure V.5: Apparence de la barre de menu sur la fenêtre principale.

Dans ce qui suit nous allons voir les différentes composantes des menus :

1) Les listes de paramétrage : [29]

Pour assurer la fonction du logiciel quelque soit les changements qui peuvent survenir au cours du temps par rapport au changement de prix concernant les consommables, le gasoil et les achats nouveaux en engins et/ou machines, un paramétrage est nécessaire pour assurer la souplesse et l'actualisation continue.

Certains champs sont dotés de liste de choix afin d'optimiser le temps de saisie, sans paramétrage les données seront figées et les résultats faussés au premier changement sans pouvoir pour autant suivre l'évolution du monde réel.

Le paramétrage dans notre logiciel concerne les catégories suivantes :

- Les listes de consommables (graisses, lubrifiants, pièces de rechanges) en cas d'achat de nouveaux éléments ou le changement de leurs prix.
- Le carburant en cas d'utilisation d'un nouveau produit ou changement du prix des produits utilisés.
- La liste des engins et/ou machines pour introduire les nouveaux engins et/ou machines, leurs caractéristiques, frais d'acquisition, durée de vie et charge financière.
- La liste des accessoires achetés par l'unité (type, prix unitaire).
- La liste des explosifs consommés par l'unité (type, prix unitaire).

Le paramétrage sur la fenêtre principale apparaîtra comme suit :



Figure V.6: Apparence du paramétrage sur la fenêtre principale.

- Liste des engins :

designation de l'engin	Marque	type	Capacité	Année d'acquisition	Frais d'acquisition	Durée de vie[J]
Bulldozer n4	KOMATSU	D155A-2	320CV	1990	3 839 274,92 DA	1800
Compresseur n3	I,RAND	DXL750	21m3/mn	1978	246 065,28 DA	1800
Compresseur n4	I,RAND	DXL750	21m3/mn	1978	246 065,28 DA	1800
Compresseur n8	I,RAND	DXL850	24m3/mn	1986	225 234,15 DA	1800
Compresseur n9	I,RAND	XP750	21m3/mn	1997	4 221 600,41 DA	1800
Crawlair n3	I,RAND	CM350VL		1978	225 666,17 DA	1800
Crawlair n7	A,COPCO	ROC400		1985	271 701,65 DA	1800
Crawlair n8	I,RAND	CM351		1991	1 815 713,93 DA	1800
G,Foration n1	SANDVIK	TITON400	1,15m/mn	2005	31 423 647,08 DA	1800
G,Foration n2	A,COPCO	ECM580Y		2007	20 898 024,35 DA	1800
G,Foration n3	A,COPCO	ECM580Y		2007	20 898 024,35 DA	1800
Chargeur n11	KOMATSU	WA600-1	6m3	1990	6 117 814,32 DA	1800
Chargeur n12	KOMATSU	2320	3m3	1994	2 873 005,00 DA	1800
Chargeur (B,R) n13	ENMTP	9411		1994	4 517 085,02 DA	1800

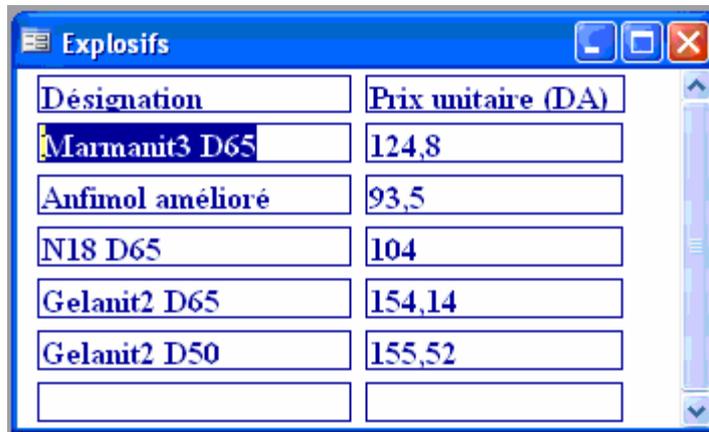
Figure V.7: Apparence de la liste des engins sur la fenêtre principale

- Consommables :

Désignation	Prix unitaire (DA)
Huile OMALAI50	118,86 DA
Huile TORCALAI100	159,73 DA
Huile TELLUS46	148,00 DA
Huile SEA15W40	169,68 DA
Huile SPIRAX80W90	162,79 DA
Huile DONAX TA	197,79 DA
Huile CORENA D46	169,49 DA
Huile TISKA 68	81,64 DA
Huile SEA10W	107,37 DA
Huile SAE40	93,92 DA
Huile EP90	71,52 DA
Huile ATF	114,31 DA
Huile 20W50	80,83 DA

Figure V.8: Apparence du paramétrage des consommables sur la fenêtre principale.

- *Explosifs :*



Désignation	Prix unitaire (DA)
Marnanit3 D65	124,8
Anfimol amélioré	93,5
N18 D65	104
Gelanit2 D65	154,14
Gelanit2 D50	155,52

Figure V.9: Apparence du paramétrage des explosifs sur la fenêtre principale.

- *Accessoires :*



Désignation	Prix unitaire (DA)
DMI tige3m	120,00 DA
DMR cls 1/12 3m	180,00 DA
Fil de tir 2C	9,72 DA
Cordeau detonnant 12g	36,48 DA
	0,00 DA

Figure V.10 : Apparence du paramétrage des accessoires sur la fenêtre principale.

- Carburant :

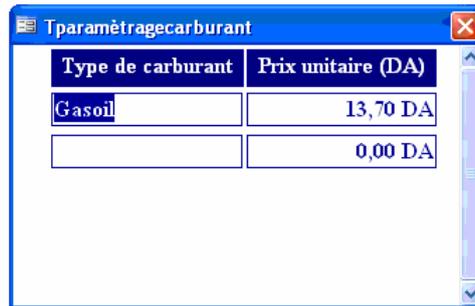


Figure V.11 : Apparence du paramétrage du carburant sur la fenêtre principale.

2) Saisie, modification et consultation de la consommation journalière

La saisie des consommations journalières se fait à partir du formulaire travaux qui relie l'ensemble des consommations possibles, à l'aide de macros les données du formulaire peuvent être complétées par nouvelle saisie, modifier ou bien consulter, ce menu se présente comme suit :



Figure V.12 : Apparence du menu Travaux sur la fenêtre principale.

3) Consultation par période de la production et des différentes consommations :

Pour se faire, une requête nommée RdateCalcul (qui prend les dates comme critère de sélection) est reliée aux requêtes qui calcule les dépenses par catégories ou la moyenne de la production et les dépenses globales, dans le but d'obtenir des résultats par intervalle.

Le menu des consommation par intervalle est représenté comme suit :

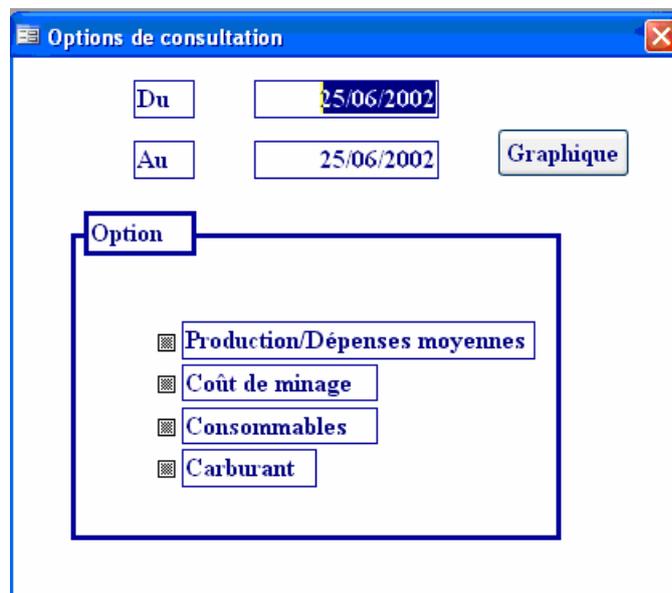


Figure V.13: Apparence du menu consultation par période sur la fenêtre principale.

Une fois l'intervalle fixé, la sélection de l'une des options ouvre l'un des formulaires suivants :

La production et les dépenses moyennes relatives à une période donnée s'affiche de la manière suivante :

The screenshot shows a window titled "production/dépense moyenne". Inside the window, there is a rectangular frame containing two input fields. The first field is labeled "Production moyenne (Tonne)" and the second is labeled "Dépenses moyenne (DA)". Both fields are currently empty.

Figure V.14: Apparence du menu de la production et dépenses moyennes sur la fenêtre principale.

Le coût de journées de minage de la période sélectionnée se résume de la manière suivante :

The screenshot shows a window titled "MINAGE PAR DATE" containing a table with the following data:

Date	Coût Explosifs (DA)	Coût Accessoires (DA)	Coût de minage total (DA)
05/03/2008	815 715,00 DA	138 500,00 DA	954 215,00 DA
10/03/2008	799 312,50 DA	150 860,00 DA	950 172,50 DA
22/03/2008	747 430,36 DA	138 500,00 DA	885 930,36 DA

Figure V.15 : Apparence du menu coût de minage sur la fenêtre principale.

Les consommables pour une période donnée seront synthétisés comme suit :

Date	Coût des consommables (DA)
01/03/2008	114 325,58 DA
02/03/2008	20 890,46 DA
03/03/2008	27 560,45 DA
04/03/2008	9 563,16 DA
05/03/2008	86 472,51 DA
06/03/2008	2 684,25 DA
07/03/2008	2 858,18 DA
08/03/2008	53 916,43 DA
09/03/2008	52 353,29 DA
10/03/2008	23 092,93 DA
11/03/2008	1 603 792,13 DA
12/03/2008	33 891,17 DA
13/03/2008	10 325,77 DA
14/03/2008	25 515,39 DA
15/03/2008	810 316,38 DA

Figure V.16: Apparence du menu des consommables sur la fenêtre principale.

Date	Total Gasoil
01/03/2008	45 470,30 DA
02/03/2008	32 140,20 DA
03/03/2008	38 332,60 DA
04/03/2008	35 702,20 DA
05/03/2008	23 358,50 DA
06/03/2008	27 139,70 DA
07/03/2008	14 371,30 DA
08/03/2008	32 386,80 DA
09/03/2008	28 413,80 DA
10/03/2008	35 770,70 DA
11/03/2008	24 934,00 DA
12/03/2008	44 155,10 DA
13/03/2008	21 796,70 DA
14/03/2008	34 030,80 DA

Figure V.17: Apparence du menu gasoil sur la fenêtre principale.

4) *Menu propre à l'exploitation :*

Ce menu propose de consulter ou de modifier les informations sur l'exploitation et de saisir, consulter et modifier les données des plans de tir.

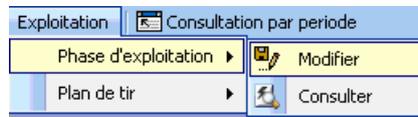


Figure V.18: Apparence du menu exploitation sur la fenêtre principale.

5) *Saisie, consultation modification et recherche des données propres aux gisements informations propres à l'exploitation :*



Figure V.19 : Apparence du menu gisement sur la fenêtre principale.

6) *Fonction de coût*

La fonction de coût, son graphe et son coefficient de corrélation sont obtenus des options de consultation, l'allure obtenue en appelant le graphe est la suivante :

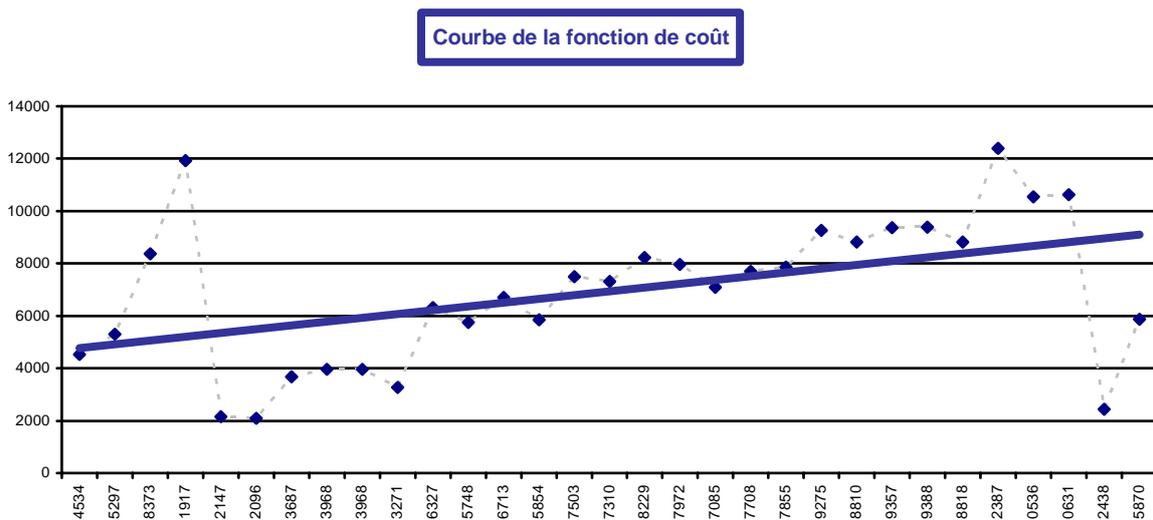


Figure V.20 : Fonction de coûts obtenue par régression linéaire.

Et ainsi notre application a permis le stockage, la classification et la synthèse des données par saisie et l'obtention de la fonction de coûts qui est l'objectif de notre projet.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Notre stage a été effectué à l'unité ALGRAN de Kéddara qui produit des granulats de différentes fractions destinées aux wilayas du centre principalement les grands projets de la capitale, sa production moyenne annuelle atteint les 500 000 tonnes.

Ce projet de fin d'étude nous a permis de déterminer la fonction de coût de l'unité de Kéddara à partir de données sur la production et les dépenses récoltées quotidiennement au sein de l'unité, cette fonction traduit les dépenses en fonction de la production et permet de ce fait de prévenir le coût des productions futures.

La vérification de cette fonction ne peut être faite que si le nombre d'échantillon est important, ce dernier doit porter sur plusieurs entreprises.

De ce fait il est indispensable d'automatiser cette façon de faire de telle manière à l'appliquer à plusieurs carrières.

Cela nous permettra de confirmer ou d'infirmer la linéarité existante entre la production et les dépenses.

Pour cela et après avoir récolter, traiter et synthétiser les données nous avons conçu une application qui permet à partir d'une saisie de déterminer la fonction de coûts ainsi que le coefficient de corrélation.

Ce travail peut assurer deux objectifs:

- La recherche d'une fonction de coûts proche de la réalité.
- La maîtrise des coûts durant un intervalle de temps.

Pour une meilleure approche du travail que nous avons effectué, l'application vous est transmise à travers le CD joint à notre mémoire.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BIBLIOGRAPHIE

CHAPITRE I

[1] : ETUDE DE DANGER ANNEE 2008, CARRIERE DE KEDDARA-W.BOUMERDES.

[2] : DOCUMENTATION ALGRAN, PLAN D'EXPLOITATION 2008. AUTEURS : BELKBIR.

[3] : EXPLOITATION DES CARRIERES.AUTEURS : K.KOVALENKO, N.AMBARTSOUMIAN, K.M LAHMER. EDITION :OFFICE DES PUBLICATIONS UNIVERSITAIRES (ALGER).

[4] : DOCUMENT ALGRAN, DOCUMENTATION SERVICE D'EXPLOITATION. AUTEUR : MEKDOUR TAÏBE, 2007

[5] : DOCUMENT ALGRAN, SERVICE DE TRAITEMENT. DESCRIPTION DU PROCESSUS DE L'INSTALLATION DE CONCASSAGE, 2007

CHAPITRE II

[6] : LE COUT FIXE, COURS D'ECONOMIE PAR Mr. AIT YAHATENE, ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE.

[7] : « ECONOMIE INDUSTRIELLE », CHAP.3: LES COUTS DE PRODUCTION PAR DENISW.CARLTON, JEFFREYM.PERLOFF, EDITION: BE BOECK UNIVERSITE, 1998

[8] : « LES GRANDS COURANTS DE LA PENSEE ECONOMIQUE » PAR ALAIN SAMUELSON. MIR MOSCOU 1993

[9] : [HTTP://WWW.COURS-COMPTABILITE.COM/](http://WWW.COURS-COMPTABILITE.COM/)

[10] : [HTTP://WWW.JURIS.FREESURF.FR/DROIT_FISCAL/AMORTISSEMENTS.HTML](http://WWW.JURIS.FREESURF.FR/DROIT_FISCAL/AMORTISSEMENTS.HTML)

[11] : DOCUMENT ALGRAN, SERVICE COMPTABILITE « INVENTAIRE COMPTABLE DES INVESTISSEMENTS », ANNEE 2007

[12] : SERVICE SECRETARIAT « RAPPORT MENSUEL DU CHEF DU PERSONNEL »

[13] : « L'ENTRETIEN DE L'EQUIPEMENT D'UNE ENTREPRISE, ORGANISATION ET RENTABILITE », PAR K.SWARD, EDITION D'ORGANISATION (PARIS), 1986

[14] : DOCUMENT INTERNE UNITE DE KEDDARA (ALGRAN); SOURCE SERVICE COMPTABILITE

[15] : DOCUMENT INTERNE UNITE DE KEDDARA (ALGRAN); SOURCE SERVICE MAINTENANCE PARC ROULANT

[16] : DOCUMENT INTERNE UNITE DE KEDDARA (ALGRAN); SOURCE SERVICE METHODE

[17] : DOCUMENT INTERNE UNITE DE KEDDARA (ALGRAN); SOURCE SERVICE MAINTENANCE INSTALLATION FIXE

[18] : DOCUMENT INTERNE UNITE DE KEDDARA (ALGRAN); SOURCE MAGASIN

[19] : DOCUMENT INTERNE UNITE DE KEDDARA (ALGRAN); SOURCE SERVICE EXPLOITATION CARRIERE

CHARITRE III

[20] : « ANALYSE DE REGRESSION APPLIQUEE » PAR Y. DODGE, V. ROUSSON, EDITION DUNOD (PARIS), 2004

[21] : « STATISTIQUE POUR L'ECONOMIE ET LA GESTION » PAR ANDERSON, SWEENEY, WILLIAMS, EDITION ANGLAISE PAR CLAIRE BORSEMBERGER, 2001

[22] : « PROBABILITES, STATISTIQUE ET TECHNIQUE DE REGRESSION » PAR GERALD BAILLARGEON, EDITION LES ED. SMG, 1989

[23] : [HTTP://WWW.EA3888.UNIV-RENNES1.FR](http://www.ea3888.univ-rennes1.fr)

[24] : « STATISTIQUES EN GESTION ET EN ECONOMIE » PAR JEAN M. MARTEL & RAYMOND NADEAU, 1980

[25] : [HTTP://FR.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/](http://fr.wikipedia.org/wiki/)

[26] : MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE L'ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE « APPROCHE D'UNE FONCTION DES COUTS DANS UNE EXPLOITATION A CIEL OUVERT, APPLICATION : CARRIERE DE CALCAIRE DE MEFTAH » PAR Mr.SIDIBE ABDOULKARIM, 2007

CHARITRE IV

[27] : « FINANCE D'ENTREPRISE », CHAPITRE2: LA DECISION D'INVESTISSEMENT
PAR NATHALIE GARDES MAITRE DE CONFERENCES EN GESTION, UNIVERSUTE DE
NANTES, 2003

CHARITRE V

[28] : MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE L'ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
« ELABORATION D'UNE APPLICATION DE CODIFICATION DES GITES ALGERIENS »
PAR Mlle. AMRANI AICHA, 2003

[29] : [HTTP://WWW.COMMENTÇAMARCHE.NET](http://www.commentcamarche.net)

ANNEXE DE REGRESSION

Hypothèse du modèle de la régression [27]

1. Absence d'erreur de mesure sur la variable explicative. C'est une condition souvent difficile à respecter lorsque l'on mesure des variables économiques.
2. Absence de biais systématique, c'est-à-dire que sur un grand nombre d'observations concernant x , terme résiduel ε est de moyenne nulle. Cette hypothèse se traduit statistiquement par

$$E(\varepsilon_i/x=x_0) = 0 \text{ pour tout } i$$

Autrement dit, toutes les distributions conditionnelles de (ε_i/x_i) sont de moyenne nulle, pour tout x_i

Une autre condition qui doit être vérifiée pour l'application de la méthode des moindres carrés est celle de l'indépendance entre les valeurs prise par x et les résiduels ε , c'est-à-dire que $COV(\varepsilon, X) = 0$.

3. Absence de liaison entre les termes résiduels, c'est-à-dire que les écarts ε_i et ε_j relatifs à deux observations quelconque i et j ($i \neq j$) sont non corrélées entre eux ; la connaissance de ε_i ne permet pas de prédire la valeur de ε_j , et l'on a

$$COV(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = E(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0, \text{ pour tout } i \neq j.$$

Cette hypothèse n'est pas toujours vérifiée, et c'est le cas en particulier dans l'observation de phénomènes temporels, où souvent il existe une corrélation positive entre termes résiduels successifs : c'est ce qu'on appelle l'autocorrection

4. Une hypothèse d'homoscédasticité selon laquelle la variance des résultats possibles reste constante, quelle que soient les valeurs prises par la variable X . cette hypothèse se traduit statistiquement par $Var(\varepsilon_i/X = x_i) = E(\varepsilon_i^2/x = x_i) = \sigma^2$, pour tout x_i , c'est-à-dire que dans la distribution conjointe des (x,y) , toutes les distributions conditionnelles de (y/x) ont même variance.

5. Les erreurs aléatoires ε_i suivent une distribution normale, c'est-à-dire que

$$\varepsilon_i \in N(0, \sigma^2), \text{ pour tout } i.$$

Propriété des estimateurs b_0 et b_1

Propriété de linéarité

b_0 peut s'exprimer comme une combinaison linéaire des Y_i :

$$b_0 = \sum k_i y_i$$

Utilisons d'abord le fait que

$$b_1 = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

$$b_1 = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) * y_i}{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

Puisque le numérateur peut s'écrire

$$\sum (x_i - \bar{x}) * y_i - \bar{y} \sum (x_i - \bar{x}) \text{ et que}$$

$$\sum (x_i - \bar{x}) = 0 .$$

D'autre part, $b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x}$

$$b_0 = \frac{\sum y_i}{n} - \frac{\sum (x_i - \bar{x}) y_i \bar{x}}{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

$$= \frac{\sum y_i}{n} - \bar{x} \frac{\sum (x_i - \bar{x}) y_i}{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

$$= \sum \left[\frac{1}{n} - \frac{\bar{x} * (x_i - \bar{x})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \right] y_i$$

Posons $k_i = \left[\frac{1}{n} - \frac{\bar{x} * (x_i - \bar{x})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \right]$. Pour

une valeur particulière x_i , k_i est une constante, par conséquent

$$b_0 = \sum k_i y_i$$

b_1 peut s'exprimer comme une combinaison linéaire des Y_i :

$$b_1 = \sum k_i y_i$$

on sait que

$$b_1 = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

$$= \frac{\sum (x_i - \bar{x}) * y_i}{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

Donc

$$b_1 = \sum \left[\frac{(x_i - \bar{x})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \right] y_i$$

en posant

$$k_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{\sum (x_i - \bar{x})^2}, \text{ on obtient}$$

$$b_1 = \sum k_i y_i .$$

Absence de biais

b_0 est un estimateur sans biais de β_0 :

$$E(b_0) = \beta_0.$$

Puisque $b_0 = \sum ki y_i$, alors

$$E(b_0) = E[\sum ki y_i] = \sum ki E(y_i).$$

D'autre part, $E(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 x_i$.

$$\begin{aligned} \text{Alors } E(b_0) &= \sum ki (\beta_0 + \beta_1 x_i) \\ &= \beta_0 \sum ki + \beta_1 \sum kix_i. \end{aligned}$$

Déterminons ce que vaut

$$\sum ki \text{ et } \sum kix_i$$

$$k_i = \left[\frac{1}{n} - \frac{\bar{x} * (x_i - \bar{x})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \right].$$

$$\sum ki = \sum \frac{1}{n} - \frac{\bar{x} \sum (x_i - \bar{x})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \text{ or}$$

$$\sum (x_i - \bar{x}) = 0 \text{ alors}$$

$$\sum ki = \sum \frac{1}{n} = \frac{n}{n} = 1$$

$$\boxed{\sum ki = 1}$$

$$\begin{aligned} \sum kix_i &= \sum \frac{x_i}{n} - \frac{\bar{x} \sum (x_i - \bar{x}) x_i}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \\ &= \sum \frac{x_i}{n} - \frac{\bar{x} \sum (x_i - \bar{x}) (x_i - \bar{x})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \end{aligned}$$

$$= \sum \frac{x_i}{n} - \frac{\bar{x} \sum (x_i - \bar{x})^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2} = \bar{x} - \bar{x} = 0$$

$$\boxed{\sum kix_i = 0}$$

Donc

$$E(b_0) = \beta_0 \sum ki + \beta_1 \sum kix_i$$

$$= (\beta_0)(1) + \beta_1(0) = \beta_0.$$

b_1 est un estimateur sans biais de β_1 :

$$E(b_1) = \beta_1.$$

Puisque $b_1 = \sum ki y_i$, alors

$$E(b_1) = E[\sum ki y_i] = \sum ki E(y_i).$$

D'autre part, $E(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 x_i$.

$$\begin{aligned} \text{Alors } E(b_1) &= \sum ki (\beta_0 + \beta_1 x_i) \\ &= \beta_0 \sum ki + \beta_1 \sum kix_i. \end{aligned}$$

Déterminons ce que vaut

$$\sum ki \text{ et } \sum kix_i$$

$$k_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{\sum (x_i - \bar{x})^2},$$

$$\sum ki = \frac{\sum (x_i - \bar{x})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} = 0$$

$$\boxed{\sum ki = 0}$$

$$\begin{aligned} \sum kix_i &= \frac{\sum (x_i - \bar{x}) x_i}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \\ &= \frac{\sum (x_i - \bar{x}) (x_i - \bar{x})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \end{aligned}$$

$$\boxed{\sum kix_i = 1} \quad \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2} = 1$$

On obtient alors

$$\begin{aligned} E(b_1) &= \beta_0 \sum ki + \beta_1 \sum kix_i \\ &= (\beta_0)(0) + \beta_1(1) = \beta_1 \end{aligned}$$

Tableau de Student

$\alpha/2$						
v	0,25	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
1	1	3,07768354	6,31375151	12,7062047	31,8205159	63,6567412
2	0,81649658	1,88561808	2,91998558	4,30265273	6,96455673	9,9248432
3	0,76489233	1,63774435	2,35336343	3,1824463	4,54070286	5,84090931
4	0,74069708	1,53320627	2,13184678	2,77644511	3,74694739	4,60409487
5	0,72668684	1,47588404	2,01504837	2,57058183	3,36493	4,03214298
6	0,7175582	1,43975575	1,94318027	2,44691185	3,1426684	3,70742802
7	0,71114178	1,41492393	1,8945786	2,36462425	2,99795157	3,4994833
8	0,70638661	1,39681531	1,85954803	2,30600413	2,89645945	3,35538733
9	0,70272215	1,38302874	1,83311292	2,26215716	2,82143792	3,24983554
10	0,69981206	1,37218364	1,8124611	2,22813884	2,76376946	3,16927267
11	0,69744533	1,36343032	1,79588481	2,20098516	2,71807918	3,10580651
12	0,69548287	1,35621733	1,78228755	2,17881283	2,68099799	3,05453959
13	0,6938293	1,35017129	1,77093338	2,16036865	2,65030884	3,01227583
14	0,69241707	1,34503037	1,76131012	2,14478668	2,62449406	2,97684273
15	0,69119695	1,34060561	1,75305033	2,13144954	2,60248029	2,94671288
16	0,69013225	1,33675717	1,74588367	2,11990529	2,58348718	2,92078162
17	0,68919508	1,33337939	1,73960672	2,10981556	2,56693397	2,89823052
18	0,68836381	1,33039094	1,73406359	2,10092204	2,55237962	2,87844047
19	0,68762146	1,32772821	1,72913279	2,09302405	2,53948319	2,8609346
20	0,6869545	1,32534071	1,72471822	2,08596344	2,527977	2,84533971
21	0,68635199	1,32318787	1,72074287	2,07961384	2,51764801	2,83135955
22	0,68580503	1,32123674	1,71714434	2,07387306	2,50832455	2,81875606
23	0,68530628	1,31946024	1,71387152	2,0686576	2,49986674	2,80733568
24	0,68484963	1,31783593	1,71088207	2,06389855	2,49215947	2,7969395
25	0,68442996	1,31634507	1,70814075	2,05953854	2,48510717	2,78743581
26	0,68404297	1,31497186	1,7056179	2,05552942	2,47862982	2,77871452
27	0,68368498	1,31370291	1,70328842	2,05183049	2,4726599	2,77068295
28	0,68335284	1,31252678	1,70113091	2,04840711	2,46714009	2,76326244
29	0,68304386	1,31143365	1,699127	2,04522961	2,46202135	2,7563859
30	0,68275569	1,31041503	1,69726085	2,04227245	2,45726153	2,74999565
31	0,68248631	1,30946355	1,69551874	2,03951344	2,45282418	2,74404192
32	0,68223392	1,30857279	1,6938887	2,03693333	2,44867762	2,73848148
33	0,68199698	1,30773712	1,69236026	2,03451529	2,44479418	2,73327664
34	0,6817741	1,30695159	1,6909242	2,0322445	2,44114961	2,72839436
35	0,68156408	1,3062118	1,68957244	2,03010792	2,43772253	2,72380559
36	0,68136582	1,30551389	1,68829769	2,02809399	2,43449404	2,71948463
37	0,68117838	1,30485438	1,6870936	2,02619245	2,4314474	2,71540872
38	0,68100088	1,3042302	1,68595446	2,02439415	2,42856763	2,7115576
39	0,68083256	1,30363859	1,68487512	2,0226909	2,42584141	2,70791318
40	0,68067272	1,30307705	1,68385101	2,02107537	2,42325677	2,70445926
41	0,68052074	1,30254336	1,682878	2,01954095	2,42080299	2,7011813
42	0,68037604	1,30203549	1,68195236	2,01808168	2,41847035	2,69806618
43	0,68023813	1,30155161	1,6810707	2,01669217	2,41625012	2,69510207
44	0,68010654	1,30109006	1,68022998	2,01536755	2,41413436	2,69227826
45	0,67998083	1,30064933	1,67942739	2,01410336	2,41211587	2,68958501

α : représente le niveau de confiance

v : représente le degré de liberté ; v = n-2 ; n étant la taille de l'échantillon

ANNEXE DES COUTS

Tableau 05 : Le coût de la consommation en consommables des engins de chargement

	Chargeur N°11	Chargeur N°12	Chargeur N°13	Chargeur N°14	Chargeur N°15	Chargeur N°16	Chargeur N°17	TOTAL [DA/J]
01/03/2008	2684,25	16479,79	1073,7	3556,2	2429,16	2147,4	0	28370,5
02/03/2008	1468,32	0	179,69	12364,68	1073,7	5108,63	0	20195,02
03/03/2008	1408,8	1261,54	0	2012,9	2546,27	1288,44	0	8517,95
04/03/2008	3435,84	0	0	0	0	0	0	3435,84
05/03/2008	0	0	0	0	0	5870,09	0	5870,09
06/03/2008	1610,55	0	0	1073,7	0	0	0	2684,25
07/03/2008	2482,5	0	0	0	0	0	0	2482,5
08/03/2008	2012,9	0	2147,4	3995,68	1614,72	0	0	9770,7
09/03/2008	4831,65	0	0	0	2147,4	0	0	6979,05
10/03/2008	3221,1	0	3757,95	1073,7	1073,7	0	0	9126,45
11/03/2008	0	0	8589,6	1610,55	1073,7	0	0	11273,85
12/03/2008	10056,59	1288,44	0	2542,02	1073,7	0	0	14960,75
13/03/2008	2012,9	1610,55	2147,4	1468,32	0	0	0	7239,17
14/03/2008	1468,32	0	2147,4	1408,8	6768,42	5997,78	0	17790,72
15/03/2008	939,2	0	0	939,2	0	2147,4	0	4025,8
16/03/2008	13864,8	2122,5	5368,5	2147,4	0	3615,72	0	27118,92
17/03/2008	1073,7	187,84	2684,25	6768,42	0	0	0	10714,21
18/03/2008	0	1073,7	8589,6	8589,6	1610,55	1143,1	0	21006,55
19/03/2008	0	0	4618,12	1073,7	0	0	0	5691,82
20/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0
21/03/2008	0	0	0	0	820,83	34375	0	35195,83
22/03/2008	0	939,2	2348	3086,6	0	0	0	6373,8
23/03/2008	0	1073,7	0	2012,9	5143,34	0	0	8229,94
24/03/2008	0	0	10092,32	2012,9	0	0	0	12105,22
25/03/2008	939,2	2505,99167	0	2747,06	939,2	2052,07	0	9183,52667
26/03/2008	0	0	0	1073,7	0	0	0	1073,7
27/03/2008	0	0	0	1610,55	1610,55	3313,53	0	6534,63
28/03/2008	0	0	0	2804,84	1468,32	0	0	4273,16
29/03/2008	0	1288,44	0	1073,7	1468,32	0	0	3830,46
30/03/2008	0	2551,52	0	0	0	0	0	2551,52
31/03/2008	0	1288,44	0	2227,64	2012,9	1048,8	0	6577,78

Tableau 06 : Le coût de la consommation en consommables des engins de roulage

	Dumper N°6	Dumper N°13	Dumper N°16	Dumper N°17	Dumper N°18	Dumper N°20	Dumper N°21	Dumper N°22	Dumper N°23	Dumper N°24	Dumper N°25	TOTAL [DA/J]
01/03/2008	0	281,76	0	1449,38	469,6	2286,2	0	0	0	0	469,6	4956,54
02/03/2008	0	0	0	1073,7	281,76	0	209,76	0	0	0	1288,44	2853,66
03/03/2008	0	187,84	0	0	0	1143,1	0	0	0	281,76	0	1800,54
04/03/2008	0	0	5953,83	0	0	0	0	0	0	0	0	5953,83
05/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06/03/2008	00	0	0	0	0	0	00	0	0	0	0	0
07/03/2008	0	0	0	1073,7	375,68	0	0	0	0	0	0	375,68
08/03/2008	0	0	0	2643,67	563,52	0	0	32814,72	0	4145,52	2952,1	41549,56
09/03/2008	0	0	0	0	281,76	0	0	0	0	0	0	2925,43
10/03/2008	0	0	0	563,52	0	0	0	0	0	0	1073,7	1637,22
11/03/2008	0	0	0	0	0	1143,1	0	1143,1	0	0	0	2286,2
12/03/2008	0	0	0	1073,7	563,52	0	0	0	0	0	1073,7	2710,92
13/03/2008	0	0	0	1073,7	0	0	0	0	0	0	0	1073,7
14/03/2008	0	0	0	1073,7	0	0	0	0	0	0	0	1073,7
15/03/2008	0	0	0	1073,7	939,2	0	0	0	0	0	0	2012,9
16/03/2008	0	0	2817,9	2952,1	0	0	0	0	0	0	0	5770
17/03/2008	0	0	4897,75	2012,9	187,84	2286,2	0	0	0	0	1073,7	10458,39
18/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1073,7	1073,7
19/03/2008	0	0	0	1073,7	0	339,36	1544,41	0	0	0	1073,7	4031,17
20/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21/03/2008	0	281,76	939,2	3086,6	563,52	0	509,04	0	0	0	2523,08	7903,2
22/03/2008	0	1610,55	0	939,2	9257,93	0	0	0	0	0	0	11807,68
23/03/2008	0	0	0	6164,32	0	0	0	0	0	0	0	6164,32
24/03/2008	0	3585,02	0	0	0	0	0	0	0	0	939,2	4524,22
25/03/2008	0	0	0	2952,1	1355,46	0	5385,36	0	0	0	2952,1	12645,02
26/03/2008	0	0	0	375,68	0	0	0	0	0	0	1330,56	1706,24
27/03/2008	0	0	0	1073,7	469,6	0	0	0	0	0	1073,7	2617
28/03/2008	0	0	0	1261,54	375,68	0	0	0	0	0	2617	4254,22
29/03/2008	0	0	0	4294,8	0	0	0	0	0	0	0	4294,8
30/03/2008	0	0	0	0	0	1143,1	0	0	0	0	22336,05	23479,15
31/03/2008	19638,9	0	0	1073,7	0	629,28	0	0	0	0	0	21341,88

Consommation en gasoil des engins de production de l'unité de KEDDARA « Mars 2008 »

Tableau 07 : Le coût de la consommation en gasoil des engins de découverte et foration

	Bull N°4	Comp N°3	Comp N°4	Comp N°8	Comp N°9	Crawlair N°3	Crawlair N°3	Crawlair N°3	G,Foration N°1	G,Foration N°2	G,Foration N°3	TOTAL [DA/J]
01/03/2008	2794,8	0	0	0	0	0	0	0	5480	3151	0	11425,8
02/03/2008	2013,9	0	0	2055	0	0	0	0	0	0	0	4068,9
03/03/2008	1904,3	0	0	1644	0	0	0	0	5480	0	0	9028,3
04/03/2008	3151	0	0	0	0	0	0	0	5480	3014	0	11645
05/03/2008	3151	0	0	0	0	0	0	0	5480	0	0	8631
06/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	5480	5480	0	10960
07/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/03/2008	1671,4	0	0	0	0	0	0	0	6850	4110	0	12631,4
09/03/2008	1986,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1986,5
10/03/2008	2972,9	0	0	00	0	0	0	0	4110	0	0	7082,9
11/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	5014,2	0	0	5014,2
12/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3151	0	3151
13/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14/03/2008	0	0	0	0	959	0	0	0	0	6850	0	7809
15/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	5480	5480	0	10960
17/03/2008	0	0	0	0	1644	0	0	0	5480	2740	2013,9	11877,9
18/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	3425	2877	3288	9590
19/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	2740	3014	3014	8768
20/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	3192,1	0	0	3192,1
22/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	3425	0	0	3425
23/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	6850	1479,6	1356,3	9685,9
24/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	6850	1918	0	8768
25/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	1986,5	0	6850	8836,5
26/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	5891	3014	3014	11919
27/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	5069	0	0	5069
28/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	2534,5	3288	3014	8836,5
29/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	7535	2603	6850	16988
30/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	5754	0	0	5754

Tableau 08 : Le coût de la consommation en gasoil des engins de chargement

	Chargeur N°11	Chargeur N°12	Chargeur N°13	Chargeur N°14	Chargeur N°15	Chargeur N°16	Chargeur N°17	TOTAL [DA/J]
01/03/2008	0	1027,5	0	3808,6	4205,9	5480	0	14522
02/03/2008	1164,5	1137,1	0	4137,4	5575,9	2740	0	14754,9
03/03/2008	1561,8	0	0	3466,1	4178,5	3288	0	12494,4
04/03/2008	4822,4	0	0	0	4411,4	3562	0	12795,8
05/03/2008	2945,5	0	0	0	4110	0	1863,2	8918,7
06/03/2008	3836	0	0	0	4110	0	0	7946
07/03/2008	3562	0	0	0	2849,6	0	0	6411,6
08/03/2008	4521	0	0	0	5521,1	0	2808,5	12850,6
09/03/2008	0	890,5	1712,5	2096,1	5959,5	0	3205,8	13864,4
10/03/2008	0	630,2	1301,5	4178,5	4548,4	0	0	10658,6
11/03/2008	0	616,5	0	5137,5	5548,5	0	0	11302,5
12/03/2008	1534,4	822	0	6439	5685,5	0	0	14480,9
13/03/2008	2740	1178,2	0	6302	5315,6	0	0	15535,8
14/03/2008	3890,8	0	0	5671,8	0	4658	0	14220,6
15/03/2008	1370	438,4	0	4205,9	3699	2561,9	1644	13919,2
16/03/2008	4370,3	959	0	5014,2	0	5151,2	0	15494,7
17/03/2008	1602,9	945,3	2740	5329,3	0	2740	2438,6	15796,1
18/03/2008	0	0	1178,2	0	6260,9	3288	3329,1	14056,2
19/03/2008	0	0	0	6425,3	7562,4	0	0	13987,7
20/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0
21/03/2008	0	0	0	3233,2	5617	6397,9	0	15248,1
22/03/2008	0	1274,1	1972,8	3233,2	5534,8	3288	0	15302,9
23/03/2008	0	890,5	0	3452,4	5671,8	3288	0	13302,7
24/03/2008	0	794,6	2466	5699,2	5891	2877	0	17727,8
25/03/2008	1465,9	465,8	0	5548,5	5521,1	4110	0	17111,3
26/03/2008	0	356,2	0	5411,5	4466,2	0	0	10233,9
27/03/2008	0	972,7	0	6630,8	5301,9	3356,5	0	16261,9
28/03/2008	0	0	0	6603,4	5863,6	3699	0	16166
29/03/2008	0	630,2	0	6891,1	3849,7	4110	0	15481
30/03/2008	0	685	0	4658	5452,6	0	0	10795,6
31/03/2008	0	575,4	0	7014,4	4452,5	3123,6	0	15165,9

Tableau 09 : Le coût de la consommation en gasoil des engins de roulage

	Dumper N°6	Dumper N°13	Dumper N°16	Dumper N°17	Dumper N°18	Dumper N°20	Dumper N°20	Dumper N°22	Dumper N°23	Dumper N°24	Dumper N°25	TOTAL [DA/J]
01/03/2008	0	0	0	3767,5	959	2507,1	0	0	0	0	2767,4	10001
02/03/2008	959	0	0	2329	0	0	2192	1918	0	0	1808,4	9206,4
03/03/2008	0	0	0	2808,5	1370	1781	0	0	0	0	2329	8288,5
04/03/2008	890,5	0	0	2835,9	0	0	1438,5	1644	0	0	3014	9822,9
05/03/2008	0	0	0	1657,7	1370	0	0	0	0	0	0	3027,7
06/03/2008	904,2	0	0	0	0	2534,5	1822,1	1739,9	0	0	0	7000,7
07/03/2008	0	0	0	3151	1685,1	1479,6	0	0	0	0	0	6315,7
08/03/2008	0	0	0	3068,8	0	1370	2192	0	0	0	1370	8000,8
09/03/2008	2383,8	0	0	2753,7	1438,5	0	1424,8	2767,4	0	0	0	10768,2
10/03/2008	1465,9	0	0	10754,5	0	1575,5	0	0	0	0	2835,9	16631,8
11/03/2008	0	0	0	1027,5	0	1849,5	1575,5	1575,5	0	0	1287,8	7315,8
12/03/2008	0	0	0	2534,5	835,7	685	1781	0	0	0	0	5836,2
13/03/2008	0	0	0	1370	0	0	0	3288	0	0	0	4658
14/03/2008	0	0	0	3425	0	3699	3205,8	0	0	0	0	10329,8
15/03/2008	0	0	0	4178,5	2671,5	0	0	3370,2	0	0	0	10220,2
16/03/2008	0	0	0	3082,5	0	2904,4	2740	1397,4	0	0	4658	14782,3
17/03/2008	0	2644,1	0	3205,8	1890,6	1260,4	0	0	0	0	0	9000,9
18/03/2008	0	1205,6	0	2863,3	0	0	12384,8	2383,8	0	0	5891	24728,5
19/03/2008	0	890,5	0	2192	0	2918,1	1370	1342,6	0	0	1507	10220,2
20/03/2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21/03/2008	0	753,5	4493,6	3904,5	931,6	0	1260,4	0	0	0	3151	14494,6
22/03/2008	0	1972,8	0	2904,4	0	3151	0	0	0	0	2959,2	10987,4
23/03/2008	0	1370	0	55250	2260,5	0	3466,1	0	0	0	2466	64812,6
24/03/2008	0	0	0	3425	9507,8	3767,5	0	0	0	0	4110	20810,3
25/03/2008	0	2863,3	0	2466	0	2192	0	0	0	0	2740	10261,3
26/03/2008	0	931,6	0	3562	0	0	1109,7	1849,5	0	0	2877	10329,8
27/03/2008	0	0	0	3562	1712,5	2150,9	2109,8	0	0	0	3288	12823,2
28/03/2008	0	0	0	2329	863,1	2192	1548,1	2192	0	0	2808,5	11932,7
29/03/2008	0	0	0	2740	0	0	0	1753,6	0	0	2630,4	7124
30/03/2008	0	0	0	1808,4	0	0	2603	0	0	0	1712,5	6123,9
31/03/2008	1712,5	1726,2	0	2808,5	0	3534,6	0	0	0	0	0	9781,8

Coût de minage de l'unité de KEDDARA « Mars 2008 »

Tableau10: Coût de minage pour le premier tir du mois (05/03/2008)

Designation	quantité	unité	prix unitaire	montant
Marmanit 3 d65	5300	Kg	124,8	661440
Anfomil amélioré	1650	Kg	93,5	154275
DMR CLS	120	U	180	21600
DEI tiges 3 mètres	15	U	120	1800
Fil de tir 2c	1500	M.L	9,72	14580
Cordeau détonant 12g	2125	M.L	36,48	77520
Prestation de transport				
Camions explosifs				20000
Véhicule d'accessoires				3000
Total frais de transport				23000
Total des coûts de minage				954215

Tableau12: Coût de minage pour le troisième tir du mois (22/03/2008)

designation	quantité	unité	prix unitaire	montant
N18 d65	4520	Kg	104	470080
Anfomil amélioré	1650	Kg	93,5	154275
Gelanit2 d65	408,5		154,14	62966,19
Gelanit2 d50	387		155,52	60186,24
DMR CLS	120	U	180	21600
DEI tiges 3 mètres	15	U	120	1800
Fil de tir 2c	1500	M.L	9,72	14580
Cordeau détonant 12g	2125	M.L	36,48	77520
prestation de transport				
Camions explosifs				20000
Véhicule d'accessoires				3000
Total frais de transport				23000
Total des coûts de minage				886007,43

Tableau11: Coût de minage pour le deuxième tir du mois (10/03/2008)

designation	quantité	unité	prix unitaire	montant
N18 D65	6000	Kg	104	624000
anfomil amélioré	1875	Kg	93,5	175312,5
DMR cls	140	U	180	25200
DEI tiges 3 mètres	12	U	120	1440
fil de tir 2C	1500	M.L	9,72	14580
cordeau detonnant 12g	2375	M.L	36,48	86640
prestation de transport				
camions explosifs				20000
vehicule d'accessoires				3000
total frais de transport				23000
total des coûts de minage				950172,5

Tableau13: Coût de minage pour le troisième tir du mois (29/03/2008)

designation	quantité	unité	prix unitaire	montant
N18 D65	6000	Kg	104	624000
anfomil amélioré	1875	Kg	93,5	175312,5
DMR cls	140	U	180	25200
DEI tiges 3 mètres	12	U	120	1440
fil de tir 2C	1500	M.L	9,72	14580
cordeau detonnant 12g	2375	M.L	36,48	86640
prestation de transport				
camions explosifs				20000
vehicule d'accessoires				3000
total frais de transport				23000
total des coûts de minage				950172,5

Taxes sur la production « Mars 2008 »

1. Redevance d'extraction :

La redevance d'extraction est le prix à payer à l'état pour l'extraction des granulats, la loi minière n°10-01 du 03/07/2001 dans son annexe III relatif à la redevance d'extraction dispose d'un taux de 4,22% de chiffre d'affaire dans le cas de la petite et moyenne mine et ce à partir de la première année de production.

Donc pour l'unité de KEDDARA la redevance d'extraction sera de 6% de la valeur de quantité produite annuelle

Le taux de la redevance d'extraction se calcule par la soustraction de 6% de 70% de la valeur marchande des produits finis produits (les 30% restant étant des taxes)

On entend par produit finis tous les produits de classes granulométriques conventionnelles, les différentes productions, les valeurs marchandes et le taux journalier de la redevance d'extraction sont motionnés dans les tableaux qui suivent :

Tableau14: Production journalière des différentes fractions marchandes de l'unité de KEDDARA pour le mois de Mars 2008

Production des différentes fractions en m ³							
Fraction	0/4	15/25	25/40	40/70	0/3mm	3/8	8/15
Densité	1,44	1,38	1,39	1,42	1,46	1,35	1,35
Le 01/03/2008	350,784	543,0438	1336,624	230,608	261,033	63,5175	215,96
Le 02/03/2008	616,20652	737,17447	760,082024	635,706736	62,4261	78,7077	51,6467
Le 03/03/2008	476,28	767,94792	2039,1578	948,816736	410,386	178,5672	339,522
Le 04/03/2008	599,6592	970,4298	2593,3786	1343,03714	523,176	305,8722	432,837
Le 05/03/2008	505,6128	813,4962	2151,9424	1675,43074	432,467	411,1047	357,791
Le 06/03/2008	272,16	515,43	1726,38	1854,35074	374,49	502,2297	309,825
Le 07/03/2008	617,5008	704,49	510,9084	2260,30034	0	502,2297	0
Le 08/03/2008	500,7744	924,5586	3001,9552	2589,51314	645,51	659,3022	534,047
Le 09/03/2008	471,4416	793,1826	2260,4458	2899,44234	466,587	772,8372	386,019
Le 10/03/2008	700,3584	899,8152	1317,8312	3359,86314	184,194	817,6572	152,388
Le 11/03/2008	869,0976	1163,9748	1982,3068	3931,21434	315,126	894,3372	260,712
Le 12/03/2008	787,4496	943,4646	981,7848	4448,88954	82,3878	914,3847	68,1615
Le 13/03/2008	615,6864	944,3892	2281,9352	4853,64634	442,176	1021,98	365,823
Le 14/03/2008	441,2016	733,0284	2047,4978	5143,69554	419,706	1124,107	347,234
Le 15/03/2008	231,336	629,3076	2867,987	5295,77754	667,702	1286,58	552,407
Le 16/03/2008	668,31609	942,50467	1871,82849	5735,13349	329,007	1366,637	272,196
Le 17/03/2008	376,27632	551,5584	1207,03986	5982,50033	223,446	1421,009	184,862
Le 18/03/2008	560,6496	754,239	1303,4308	6351,07553	209,437	1471,971	173,273
Le 19/03/2008	602,0784	771,903	1120,8682	6746,88633	155,344	1509,771	128,52
Le 20/03/2008	0	0	0	6746,88633	0	1509,771	0
Le 21/03/2008	656,8128	946,0728	1984,5864	7178,67993	359,51	1597,251	297,432
Le 22/03/2008	725,76	858,2082	821,768	7655,79993	55,2026	1610,684	45,6705
Le 23/03/2008	733,07808	874,78476	888,09324	8137,73089	70,2377	1627,775	58,1094
Le 24/03/2008	641,6928	820,134	1175,8844	8559,58449	160,892	1666,925	133,11
Le 25/03/2008	755,6976	882,4203	773,7018	9056,38569	37,0329	1675,936	30,6383
Le 26/03/2008	332,0352	418,18692	563,1724	9274,66809	71,9576	1693,445	59,5323
Le 27/03/2008	924,07392	1309,275	2632,72116	9882,16113	466,032	1806,845	385,56
Le 28/03/2008	683,1216	834,1548	966,6338	10331,2503	100,141	1831,213	82,8495
Le 29/03/2008	768,096	1026,2784	1734,164	10836,2023	274,071	1897,903	226,746
Le 30/03/2008	831,6	1050,8734	1436,148	0	186,621	0	154,396
Le 31/03/2008	867,2832	1061,4132	1244,6616	0	131,488	0	108,783

Tableau15 : Valeur marchande et redevance d'extraction des produits finis durant le Mars 2008

Valeur marchande des différentes fractions en DA par m ³									
Fraction	0/4	15/25	25/40	40/70	0/3mm	3/8	8/15		
Le 01/03/2008	210470,4	325826,28	801974,4	138364,8	130517	31758,7	151171,6	1790082,98	75183,4852
Le 02/03/2008	369723,9	442304,68	456049,21	381424	31213	39353,85	36152,676	1756221,43	73761,3001
Le 03/03/2008	285768	460768,75	1223494,68	569290	205193	89283,6	237665,61	3071463,46	129001,465
Le 04/03/2008	359795,5	582257,88	1556027,16	805822,3	261588	152936,1	302985,9	4021413,04	168899,348
Le 05/03/2008	303367,6	488097,72	1291165,44	1005258	216233	205552,4	250453,35	3760128,28	157925,388
Le 06/03/2008	163296	309258	1035828	1112610	187245	251114,9	216877,5	3276229,79	137601,651
Le 07/03/2008	370500,4	422694	306545,04	1356180	0	251114,9	0	2707034,57	113695,452
Le 08/03/2008	300464,6	554735,16	1801173,12	1553708	322755	329651,1	373832,55	5236319,35	219925,413
Le 09/03/2008	282864,9	475909,56	1356267,48	1739665	233293	386418,6	270213,3	4744632,7	199274,573
Le 10/03/2008	420215,0	539889,12	790698,72	2015918	92096,8	408828,6	106671,6	4374317,76	183721,346
Le 11/03/2008	521458,5	698384,88	1189384,08	2358729	157563	447168,6	182498,4	5555186,32	233317,826
Le 12/03/2008	472469,7	566078,76	589070,88	2669334	41193,9	457192,4	47713,05	4843052,42	203408,202
Le 13/03/2008	369411,8	566633,52	1369161,12	2912188	221088	510989,9	256076,1	6205548,03	260633,017
Le 14/03/2008	264720,9	439817,04	1228498,68	3086217	209853	562053,6	243063,45	6034224,15	253437,414
Le 15/03/2008	138801,6	377584,56	1720792,2	3177467	333851	643289,9	386684,55	6778470,18	284695,748
Le 16/03/2008	400989,6	565502,80	1123097,09	3441080	164504	683318,7	190537,32	6569029,42	275899,236
Le 17/03/2008	225765,8	330935,04	724223,916	3589500	111723	710504,3	129403,57	5822055,69	244526,339
Le 18/03/2008	336389,7	452543,4	782058,48	3810645	104719	735985,6	121290,75	6343631,78	266432,535
Le 19/03/2008	361247,0	463141,8	672520,92	4048132	77672	754885,6	89964	6467563,13	271637,652
Le 20/03/2008	0	0	0	4048132	0	754885,6	0	4803017,37	201726,73
Le 21/03/2008	394087,6	567643,68	1190751,84	4307208	179755	798625,6	208202,4	7646274,33	321143,522
Le 22/03/2008	435456	514924,92	493060,8	4593480	27601,3	805341,8	31969,35	6901834,15	289877,034
Le 23/03/2008	439846,8	524870,85	532855,94	4882639	35118,8	813887,3	40676,58	7269894,93	305335,587
Le 24/03/2008	385015,6	492080,4	705530,64	5135751	80446	833462,3	93177	7725462,74	324469,435
Le 25/03/2008	453418,5	529452,18	464221,08	5433831	18516,5	837968	21446,775	7758854,41	325871,885
Le 26/03/2008	199221,1	250912,15	337903,44	5564801	35978,8	846722,7	41672,61	7277211,65	305642,89
Le 27/03/2008	554444,3	785565	1579632,7	5929297	233016	903422,7	269892	10255269,4	430721,316
Le 28/03/2008	409872,9	500492,88	579980,28	6198750	50070,7	915606,5	57994,65	8712768,12	365936,261
Le 29/03/2008	460857,6	615767,04	1040498,4	6501721	137036	948951,5	158722,2	9863553,69	414269,255
Le 30/03/2008	498960	630524,07	861688,8	0	93310,4	0	108077,28	2192560,58	92087,5445
Le 31/03/2008	520369,9	636847,92	746796,96	0	65743,8	0	76148,1	2045906,7	85928,0814

2. Taxes sur l'environnement :

Le taux de la taxe sur l'environnement est de 0,5% du chiffre d'affaire annuel, la valeur de la taxe journalière sur l'environnement est calculé dans le tableau qui suit :

Tableau16 : Valeur marchande et taxe sur l'environnement du le Mars 2008

Date	Valeur marchande journalière (DA/J)	Taxe sur l'environnement [DA/J]
Le 01/03/2008	1790082,98	8950,41
Le 02/03/2008	1756221,43	8781,11
Le 03/03/2008	3071463,46	15357,32
Le 04/03/2008	4021413,04	20107,06
Le 05/03/2008	3760128,28	18800,64
Le 06/03/2008	3276229,79	16381,15
Le 07/03/2008	2707034,57	13535,17
Le 08/03/2008	5236319,35	26181,59
Le 09/03/2008	4744632,70	23723,16
Le 10/03/2008	4374317,76	21871,58
Le 11/03/2008	5555186,32	27775,93
Le 12/03/2008	4843052,42	24215,26
Le 13/03/2008	6205548,03	31027,74
Le 14/03/2008	6034224,15	30171,12
Le 15/03/2008	6778470,18	33892,35
Le 16/03/2008	6569029,42	32845,15
Le 17/03/2008	5822055,69	29110,28
Le 18/03/2008	6343631,78	31718,16
Le 19/03/2008	6467563,13	32337,81
Le 20/03/2008	4803017,37	24015,08
Le 21/03/2008	7646274,33	38231,37
Le 22/03/2008	6901834,15	34509,17
Le 23/03/2008	7269894,93	36349,47
Le 24/03/2008	7725462,74	38627,31
Le 25/03/2008	7758854,41	38794,27
Le 26/03/2008	7277211,65	36386,06
Le 27/03/2008	10255269,4	51276,38
Le 28/03/2008	8712768,12	43563,84
Le 29/03/2008	9863553,69	49317,77
Le 30/03/2008	2192560,58	10962,80
Le 31/03/2008	2045906,70	10229,53

PARTIE ENGIN PRIVES

Les engins loués pour le mois de mars par l'unité ALGRAN de KEDDARA sont :
Bulldozer komatsu D155, chariot de foration et une pelle chargeuse

Le coût des engins privés de l'unité de KEDDARA pour le mois de Mars est calculé à partir des heures de travail des engins, et leur consommation en gasoil

Loyer journalier = (heures de travail) x (loyer horaire)

La consommation en gasoil est enregistrée dans les rapports de consommation du carburant au niveau du service « Maintenance Parc Roulant »

Le tableau suivant résume le loyer déversé par jour pour chaque engin privé :

Tableau 17 : Le coût journalier du loyer des engins privés pour le mois de Mars

	Montant journalier loyer Bulldozer	Montant journalier loyer Chariot de .Foration	Montant journalier loyer Pelle	Total journalier [DA/J]
01/03/2008	37019,53125	26250	0	63269,53125
02/03/2008	32906,25	26250	0	59156,25
03/03/2008	28792,96875	0	0	28792,96875
04/03/2008	37019,53125	0	0	37019,53125
05/03/2008	4113,28125	0	0	4113,28125
06/03/2008	0	0	0	0
07/03/2008	0	0	0	0
08/03/2008	0	0	0	0
09/03/2008	0	0	0	0
10/03/2008	0	0	0	0
11/03/2008	0	0	0	0
12/03/2008	0	0	0	0
13/03/2008	0	0	0	0
14/03/2008	37019,53125	0	0	37019,53125
15/03/2008	37019,53125	0	0	37019,53125
16/03/2008	41132,8125	0	0	41132,8125
17/03/2008	32906,25	0	0	32906,25
18/03/2008	16453,125	0	0	16453,125
19/03/2008	32906,25	0	0	32906,25
20/03/2008	32906,25	0	40000	72906,25
21/03/2008	0	0	40000	40000
22/03/2008	37019,53125	0	0	37019,53125
23/03/2008	37019,53125	0	0	37019,53125
24/03/2008	32906,25	0	0	32906,25
25/03/2008	20566,40625	0	0	20566,40625
26/03/2008	32906,25	0	0	32906,25
27/03/2008	0	0	0	0
28/03/2008	0	0	40000	40000
29/03/2008	0	0	40000	40000
30/03/2008	0	0	40000	40000
31/03/2008	24679,6875	0	40000	64679,6875

Tableau 18 : Le coût de la consommation gasoil des engins privés

	Bulldozer	Chariot de foration	Pelle chargeuse	Total consommation [DA/J]
01/03/2008	5945,8	2055	0	8000,8
02/03/2008		3425	0	3425
03/03/2008	7000,7	0	0	7000,7
04/03/2008	0	0	0	0
05/03/2008	6850	0	2603	9453
06/03/2008		0	0	0
07/03/2008		0	0	0
08/03/2008		0	10275	10275
09/03/2008		0	0	0
10/03/2008		0	9590	9590
11/03/2008		0	0	0
12/03/2008		0	0	0
13/03/2008		0	0	0
14/03/2008		0	0	0
15/03/2008	9316	0	0	9316
16/03/2008	2740	0	9316	12056
17/03/2008		0	4342,9	4342,9
18/03/2008		0	0	0
19/03/2008		0	0	0
20/03/2008		0	10631,20	10631,2
21/03/2008		0	10275	10275
22/03/2008		0	0	0
23/03/2008	6850	0	0	6850
24/03/2008		0	0	0
25/03/2008	6850	0	0	6850
26/03/2008	1918	0	0	1918
27/03/2008	6165	1027,5	0	7192,5
28/03/2008		0	1890,6	1890,6
29/03/2008		0	1424,8	1424,8
30/03/2008		0	11508	11508
31/03/2008		0	2055	2055

Le total journalier du coût des engins privé est résumé dans le tableau suivant :

Tableau 19 : Total du coût journalier des engins privés pour le mois de Mars

	Total du loyer par jour	Total Gasoil par jour	Total coût journalier [DA/J]
01/03/2008	63269,53125	9576,3	72845,83125
02/03/2008	59156,25	4110	63266,25
03/03/2008	28792,96875	8521,4	37314,36875
04/03/2008	37019,53125	1575,5	38595,03125
05/03/2008	4113,28125	9453	13566,28125
06/03/2008	0	1233	1233
07/03/2008	0	1644	1644
08/03/2008	0	11987,5	11987,5
09/03/2008	0	1794,7	1794,7
10/03/2008	0	10987,4	10987,4
11/03/2008	0	1301,5	1301,5
12/03/2008	0	1507	1507
13/03/2008	0	1602,9	1602,9
14/03/2008	37019,53125	1671,4	38690,93125
15/03/2008	37019,53125	11097	48116,53125
16/03/2008	41132,8125	13837	54969,8125
17/03/2008	32906,25	7219,9	40126,15
18/03/2008	16453,125	1781	18234,125
19/03/2008	32906,25	0	32906,25
20/03/2008	72906,25	0	72906,25
21/03/2008	40000	0	40000
22/03/2008	37019,53125	0	37019,53125
23/03/2008	37019,53125	20015,7	57035,23125
24/03/2008	32906,25	12124,5	45030,75
25/03/2008	20566,40625	8452,9	29019,30625
26/03/2008	32906,25	3493,5	36399,75
27/03/2008	0	10275	10275
28/03/2008	40000	1849,5	41849,5
29/03/2008	40000	1424,8	41424,8
30/03/2008	40000	13700	53700
31/03/2008	64679,6875	2055	66734,6875

ملخص

انطلاقاً من نتيجة دالة السعر المتحصل عليها سابقاً لمحجرة الكلس لمفتاح مشروع دراستنا يدخل في إطار تحديد دالة سعر مؤسسة أخرى (محجرة الكلس بقدارة) بهدف إثبات أو نقد استعمال التنازل الخطي وحيد المتغير في هذا الحساب الاقتصادي . كون حصده تحليل و حوصلة المعطيات معقد لقد أنجزنا برمجة آلية تسمح لنا بالتحصل على دالة السعر و معامل التكرير انطلاقاً من تسجيل المعطيات في المحجرة .

كلمات مفتاحيه تكلفة محجرة, تعريف المحجرة, دالة التكلفة, تقدير, تنبؤ, برمجة آلية.

RESUME

En partant du résultat de la fonction de coût obtenu précédemment pour la carrière de calcaire de MEFTAHA, notre projet de fin d'étude s'inscrit dans l'optique de déterminer la fonction de coût pour une autre entreprise (carrière de calcaire de Kédara) afin de confirmer ou d'infirmer l'utilisation de la régression linéaire mono variable dans ce calcul économique. La récolte, traitement et la synthèse des données étant assez compliquée, nous avons conçu une application qui permet l'obtention de la fonction de coûts et du coefficient de corrélation à partir d'une simple saisie des données dans la base.

Mots clés: coût, carrière, identification de la carrière, fonction de coût, estimation, prévision, programmation.

ABSTRACT

Based on the result of the cost function previously obtained for the limestone quarry on MEFTAHA, our study is the designation of the cots function for another company (limestone quarry of Kédara) to confirm or not the use of linear regression single variable in this economic calculation.

The collect processing and synthetis of data is quite complicated.

We developed an application which take into account the cost function and correlation coefficient from a simple encoding of records on the data base.

Keywords: cost, career, depending on cost, identification of the career, estimation, prévision programming.